COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-VINGT ET UNIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1895.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1895

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er JUILLET 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Huxley*, Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, et s'exprime en ces termes :

« Huxley, dont nous avons le vif regret d'apprendre la mort, était un zoologiste et un physiologiste éminent. Né dans le Middlesex en 1825, il fut nommé professeur d'Histoire naturelle dès l'âge de 29 ans, et pendant sa longue carrière a publié des Ouvrages et des Mémoires sur les points les plus variés de l'Histoire naturelle. Il étudia les hydrozoaires océaniques, adopta les idées de Darwin et en fit l'application dans son livre intitulé : *De la place de l'Homme dans la Nature*. On lui doit encore des leçons d'Anatomie comparée et de Physiologie élémentaire; *les Principes physiques de la vie*, Ouvrage dans lequel il développe sa théorie du *protoplasma;* une remarquable monographie de l'*Écrevisse;* enfin, un Ouvrage intitulé *Lay*

Sermons traduit en français sous le titre plus explicite : *Les Sciences naturelles et les problèmes qu'elles font surgir*. Ces Ouvrages et de nombreux Mémoires, où les Sciences naturelles sont considérées d'un point de vue philosophique très élevé, ont acquis à leur auteur une célébrité universelle. C'est en 1879 que notre Compagnie s'est attaché Huxley à titre de Correspondant. »

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Newcomb*, pour remplir la place d'Associé étranger laissée vacante par le décès de M. *Helmholtz*.

Il est donné lecture de ce décret.

ASTRONOMIE. — *Sur les photographies de la Lune et sur les objets nouveaux qu'elles ont permis de découvrir;* par MM. **Lœwy** et **Puiseux**.

« Il y a quelques mois, nous avons eu l'honneur d'entretenir l'Académie des clichés de la Lune obtenus à l'Observatoire de Paris, et de lui en présenter quelques amplifications photographiques. L'échelle des agrandissements sur papier exécutés par le Dr Weinek, directeur de l'Observatoire de Prague, correspond à un diamètre de 4 mètres pour le disque entier de la Lune. La qualité de ces épreuves est remarquable ; elles sont obtenues par impression directe à la lumière sur des papiers aux sels d'argent, et leur finesse, dans la partie centrale, est comparable à celle des épreuves sur verre. Depuis, le Dr Weinek a poursuivi avec succès ses études dans la même voie. La collection que nous mettons aujourd'hui sous les yeux de l'Académie comprend un grand nombre de feuilles, dont trente-quatre nouvelles sont tirées d'un seul de nos clichés, datant du 14 mars de l'année dernière. Presque toutes donnent lieu à des remarques intéressantes et paraissent susceptibles d'enrichir les notions acquises jusqu'à ce jour sur la topographie de la Lune.

» Le Dr Weinek s'est principalement attaché à la découverte d'objets nouveaux. Prenant pour base la grande Carte de Schmidt, qui demeure encore la plus fidèle et la plus complète entre toutes les représentations d'ensemble de la Lune, il a dressé la liste des accidents bien caractérisés, cratères ou fissures, qui pourraient lui être ajoutés d'après le témoignage de la photographie. Ces objets sont eux-mêmes divisés en deux classes, sui-

vant que leur existence paraît, sur les épreuves, manifeste ou seulement probable. La première catégorie comprend, à elle seule, 95 cratères nouveaux ; un autre de nos clichés, datant du 13 février 1894, a paru également au D[r] Weinek devoir autoriser de nombreuses additions à la Carte de Schmidt. Nous avons entrepris, conformément à la proposition qui nous a été faite par le D[r] Weinek lui-même, de vérifier la réalité de ces découvertes sur les clichés demeurés entre nos mains.

» La nécessité d'un pareil contrôle ne saurait échapper aux personnes habituées à l'étude minutieuse des clichés photographiques. Examinées de près les épreuves successives d'un même objet montrent des caractères individuels et des différences appréciables, quelque soin que l'on ait mis à opérer toujours dans des conditions identiques. Il est même préférable, pour tirer tout le parti possible d'une soirée propice à la Photographie de la Lune, de faire varier à dessein la durée de la pose et du développement, de manière à obtenir des épreuves d'intensités différentes. Les plus claires auront l'avantage de conserver des détails dans les lumières vives, et conviendront mieux pour analyser les objets d'une structure délicate. Les clichés intenses compléteront utilement les premiers dans les parties faiblement éclairées. Nous avons toujours eu soin de graduer ainsi, dans une large mesure, l'opacité des épreuves. La Photographie comporte, comme on le voit, un élément subjectif, de même que tous les procédés artistiques, où l'éducation, le goût, le jugement du dessinateur exercent une influence si marquée. Il y a toutefois cette différence en faveur de la Photographie que les désaccords n'y portent ordinairement que sur de menus détails, et qu'il est possible de remonter à leur cause physique.

» Un autre avantage réside dans la faculté de multiplier les épreuves dans un court espace de temps. Il nous est arrivé plusieurs fois d'obtenir en moins de deux heures quinze ou vingt clichés de la Lune, de qualité presque uniforme au point de vue de la finesse. On conçoit que si l'on a la patience de les collationner tous, les particularités propres à chacun d'eux ne pourront presque jamais devenir une source d'erreur. Deux clichés ne suffiront pas en général, car le meilleur laissera distinguer quelques détails qui demeureraient invisibles dans l'autre, et il faut pouvoir faire intervenir un nouvel élément de décision en cas de désaccord. Par contre, dès que deux ou plusieurs plaques se trouvent sur un point déterminé en parfait accord, il faut les considérer comme des témoins sincères et indépendants, venant déposer de ce qu'ils ont vu, et il n'existe aucun motif acceptable pour se refuser à les croire.

» Quand on aura ainsi mis hors de doute l'existence d'un objet, sa nature vraie pourra encore donner lieu à des interprétations diverses. Les analogies terrestres sont, en effet, trop lointaines et trop incertaines pour que nous puissions rétablir avec certitude les parties plongées dans l'ombre ou dérobées à notre vue. La comparaison d'épreuves obtenues avec des éclairages différents sera ici très précieuse. Parmi les dessins de la Lune dus aux meilleurs observateurs, bien peu, on nous permettra de le dire, sortent à leur avantage d'un pareil examen. Il est vrai que l'on y voit figurer des détails plus fins que dans les photographies; mais il n'arrive pour ainsi dire jamais que ces détails soient confirmés par deux documents indépendants, et l'on constate à chaque pas des divergences qui portent sur des objets de dimension beaucoup plus grande. Sans mettre le moins du monde en doute la bonne foi des observateurs, on doit reconnaître qu'il y a, dans les chiffres publiés relativement à la visibilité des détails les plus délicats, une part d'illusion. Les théories les mieux établies de l'optique ne permettent pas de supposer, par exemple, qu'un objectif de 20^{cm} puisse dédoubler un intervalle de $0'',3$, montrer sous leur vraie forme des objets lunaires de 200^{m} à 300^{m} d'étendue; c'est tout au plus si les plus puissantes lunettes existantes pourraient atteindre à cette limite dans des conditions exceptionnellement favorables. Les expériences classiques de Dawes et de Foucault, vérifiées par la pratique universelle des astronomes, donnent pour le pouvoir optique exprimé en secondes d'arc d'une lunette dont l'ouverture en millimètres est A le nombre $\frac{137}{A}$. Certaines expériences faites sur les étoiles doubles ont, il est vrai, donné à penser que cette limite pouvait être dépassée. Mais il faut tenir compte, d'une part de ce que les distances de cet ordre ne sont pas connues avec précision, de l'autre de ce qu'il intervient dans leur mesure un élément psychologique. L'observateur, prévenu de ce qu'il doit voir, n'est plus dans des conditions d'impartialité complète. En cherchant à saisir, au milieu des ondulations de l'image, le dédoublement annoncé, il arrive aisément à se persuader qu'il l'a entrevu. Un simple allongement du disque permet d'affirmer que l'on a sous les yeux une étoile multiple. Dans le cas de la Lune, les objets les plus petits et les plus nets sont loin de se présenter avec un éclat relatif comparable à celui des étoiles. Ce sont d'habitude des dépressions ou des ombres isolées, plus ou moins entamées par l'irradiation, et il est inévitable que l'on soit conduit à leur attribuer par estime des dimensions trop réduites. En général, on ne doit pas espérer

de dédoubler avec un objectif de 0^m,20 une distance inférieure à 0",6, le chiffre théorique étant 0",68. Nous ne nions pas la possibilité d'apercevoir des sillons très longs, d'une moindre largeur, ou de petites taches très brillantes. Mais, dans ce cas, on tenterait vainement d'en fixer la vraie forme par le dessin sans recourir à un appareil optique plus puissant. La multiplication des documents ne fera qu'augmenter l'incertitude, en posant à chaque fois un problème nouveau .

» En résumé, si l'on veut arriver à une connaissance aussi exacte que possible des détails les plus ténus que l'on aperçoive sur les photographies de la Lune, il faut comparer attentivement, sur chaque point particulier, les clichés d'une même soirée, et s'il subsiste un doute, recourir à des épreuves obtenues avec des éclairages différents. Seule cette discussion permet d'acquérir des notions exactes et définitives sur ces objets si délicats. La nécessité d'une comparaison semblable s'impose à plus forte raison quand il s'agit des dessins, où la dextérité et le jugement de l'observateur jouent un rôle prépondérant. Mais, par cette voie, la difficulté de réunir pour toutes les portions de la Lune des documents suffisamment nombreux et précis équivaut à une impossibilité pratique. Le temps et les efforts dépensés jusqu'à ce jour dans l'étude de régions très limitées montrent que, même avec la collaboration de plusieurs astronomes habiles, on ne saurait assigner le temps nécessaire pour construire, par les procédés graphiques, une carte suffisamment exacte et complète. Or c'est diminuer, dans une grande proportion, la valeur d'une œuvre de ce genre que d'en diviser l'exécution entre plusieurs personnes, ou de la répartir sur une durée considérable. Dans les deux cas, on introduit un élément personnel trop variable et trop important pour qu'il soit permis d'en faire abstraction.

» La construction d'une Carte de la Lune à grande échelle est au contraire réalisable sans difficulté par les procédés photographiques. L'objectif du grand Équatorial coudé, employé avec une ouverture libre de 0^m,54, devrait atteindre un pouvoir séparateur de 0",25. L'examen des clichés, fait avec les microscopes employés aux mesures de la Carte du Ciel, ne nous a pas montré de détails d'une forme précise au-dessous de 0",5. On ne doit pas s'étonner de cette différence. Les notes inscrites au moment de l'exposition des plaques sensibles indiquent, en effet, que nous n'avons jamais opéré dans des conditions absolument favorables. L'an dernier, l'instrument n'avait pas encore reçu tous les perfectionnements mécaniques qui lui permettent de suivre, avec fidélité le mouvement de la Lune. Cette année, notre outillage était plus complet, et nous étions en mesure d'abriter la

lunette du vent. Mais les circonstances climatériques ont toujours été contraires, et nous n'avons jamais rencontré le calme absolu des images pendant la durée de $0^s,7$ à $1^s,5$, nécessaire pour impressionner les plaques. Cette stabilité parfaite est rare sous tous les climats; nous espérons cependant la rencontrer, et nous ne doutons pas qu'on ne puisse, avec de la persévérance, obtenir des clichés dont la finesse corresponde aux prévisions théoriques.

» Sur 95 cratères nouveaux que le Dr Weinek signale comme bien visibles dans notre cliché du 14 mars, 67 nous semblent sûrement confirmés; 28 ne se retrouvent pas sur nos plaques, ou n'offrent pas le caractère qui leur est attribué. La proportion serait naturellement moins favorable si l'on faisait entrer en ligne de compte les objets, en très grand nombre, que le directeur de l'observatoire de Prague estime lui-même être douteux. La différence est assez notable pour qu'il faille en chercher l'explication. Les verres grossissants que nous avons employés donnaient des amplifications assez fortes pour faire apercevoir le grain de la couche sensible et, par suite, ne laisser échapper aucun détail. D'autre part, la grande expérience acquise par le Dr Weinek dans ce genre d'observation, ne permet guère de supposer qu'il ait été victime d'une illusion. Il faut donc admettre que les détails signalés existaient bien dans le cliché envoyé à Prague, mais ne représentent point des taches ou des inégalités réelles à la surface de la Lune. Les considérations qui précèdent, jointes à celles que nous avons eu l'honneur d'exposer antérieurement à l'Académie, expliquent suffisamment la possibilité de ces apparences trompeuses.

» Cependant, en présence d'un document unique, un sélénographe consciencieux ne peut mieux faire que de signaler tous les objets remarquables qu'il croit apercevoir. C'est ainsi qu'a procédé le Dr Weinek, attendant de notre part le contrôle indispensable, et, sachant certainement que toutes ses constatations ne se vérifieraient pas.

» En tout état de choses, les exemples recueillis par lui montrent d'une manière décisive quelle est la richesse des détails des clichés de Paris, et dans quelle mesure ils peuvent contribuer à nous faire mieux connaître la surface de notre satellite. La recherche des objets, presque tous délicats et difficiles, notés par le Dr Weinek, nous a conduits à en apercevoir plusieurs autres, non signalés sur les Cartes. Mais on peut tirer parti de nos clichés à un autre point de vue; l'utilité des photographies sera encore plus manifeste si, au lieu de faire un travail purement statistique, on adopte la méthode descriptive et raisonnée qui a renouvelé l'en-

seignement de la géographie physique. L'énumération d'accidents, pour la plupart à la limite de la visibilité, n'est qu'un des services que l'on peut attendre de l'étude des clichés. Ils sont surtout précieux pour montrer sous leur vrai jour les formations de quelque étendue, pour établir leurs relations mutuelles et leur succession chronologique. Dans une bande assez large, au voisinage du terminateur, nos épreuves traduisent avec une clarté extrême le relief du sol et excluent sans retour une foule d'interprétations erronées auxquelles pouvaient donner lieu les meilleures Cartes.

» Une comparaison attentive de quelques parties de nos clichés avec l'Atlas de Schmidt a montré que de nombreux objets se présentent dans la réalité avec un caractère différent de celui qui leur est donné par l'astronome d'Athènes. Ainsi, les petits cratères situés dans la plaine intérieure de Stœfler occupent, pour la plupart, sur la carte, des positions incorrectes. Stœfler et Fernel ne sont pas séparés par un rempart continu et d'une élévation uniforme; celui-ci est entamé au moins sur la moitié de sa hauteur par une large vallée de communication. La cuvette évasée en forme de fer à cheval que l'on voit au nord de Ptolémée A, se prolonge par deux plis de terrains bien visibles jusqu'à la rencontre de l'hémicycle montagneux qui limite le cirque principal. Le cratère Ptolémée *d*, figuré comme circulaire, est, pour nous, irrégulier et allongé du nord au sud. La portion nord-est du rempart de Ptolémée offre de nombreuses coupures parallèles, dont une seule est représentée. Nous voyons courir, sur le fond plat d'Albatégnius, des traînées blanches omises par Schmidt, et rappelant par leur teinte les étoilements de Copernic et de Tycho. La fine rainure indiquée à l'ouest de Réaumur franchit en réalité ce cirque et se prolonge du côté opposé. Toutes ces remarques portent sur des objets d'une observation facile. On les multiplierait à l'infini si l'on voulait s'attacher aux accidents de faibles dimensions, indiqués conventionnellement par les Cartes et dont les photographies permettent de rétablir le vrai caractère.

» Parmi les traits que nos clichés mettent en évidence, il en est qui paraissent offrir un intérêt spécial au point de vue géologique. La liste des *cratères de sommet*, analogues par leur situation à ceux des volcans terrestres, se trouve accrue de plusieurs objets par les recherches du Dr Weinek. Presque tous sont très petits, et il est à croire que cette catégorie deviendrait beaucoup plus nombreuse si l'on disposait de moyens optiques plus parfaits. Nous en trouvons notamment deux dans le groupe du Caucase.

» Un cas fréquent est celui d'ouvertures parasites créées sur les parties élevées du bourrelet qui environne un cirque plus ancien. Le Dr Weinek

en signale un exemple très net sur le rempart de Walter *b*. Cette circonstance indique, comme l'a fait observer récemment le professeur Suess, que les forces éruptives ont trouvé plus de facilité pour se faire jour dans les régions saillantes que dans les régions déprimées de l'écorce. Les surfaces isothermes suivraient donc toutes les inflexions de la périphérie, et la solidification marcherait aussi vite, ou même davantage, sous les parties déprimées que sous les massifs montagneux. On remarquera l'entière conformité de ces vues avec celles qu'a émises M. Faye au sujet de la consolidation progressive de la croûte terrestre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe étendue d'équations linéaires aux dérivées partielles dont toutes les intégrales sont analytiques.* Note de M. **Émile Picard**.

« 1. J'ai montré antérieurement (*Journal de l'École Polytechnique*, 1890) qu'une équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre et à deux variables indépendantes, dont les coefficients sont des fonctions *analytiques* des deux variables réelles x et y, a *toutes ses intégrales analytiques* dans une région du plan (x, y) où les caractéristiques sont imaginaires. On peut généraliser cette proposition en considérant une équation aux dérivées partielles d'ordre quelconque, le nombre des variables étant toujours égal à deux. Soit

$$(1) \qquad a_0 \frac{\partial^n z}{\partial x^n} + a_1 \frac{\partial^n z}{\partial x^{n-1} \partial y} + \ldots + a_{n-1} \frac{\partial^n z}{\partial x \, \partial y^{n-1}} + a_n \frac{\partial^n z}{\partial y^n} + \ldots = 0,$$

une équation linéaire d'ordre n, où nous mettons en évidence les termes d'ordre n et où les coefficients sont des fonctions analytiques de x et y. Je suppose que, dans une certaine région R du plan (x, y), les caractéristiques soient imaginaires, c'est-à-dire que l'équation en λ

$$a_0 \lambda^n - a_1 \lambda^{n-1} + a_2 \lambda^{n-2} + \ldots + (-1)^n a_n = 0$$

ait toutes ses racines imaginaires (n sera nécessairement pair). On peut établir le théorème suivant :

» *Toute intégrale de l'équation* (1), *bien déterminée et continue ainsi que ses dérivées partielles des n premiers ordres dans une région du plan contenue dans* R, *est nécessairement une fonction analytique de x et y.*

» 2. Je vais indiquer la marche générale de la démonstration en me bornant à $n = 4$. L'extension à n quelconque se fera d'elle-même.

» Quelques remarques préliminaires sont nécessaires. Prenons l''équation (1), pour $n = 4$, et supposons-la homogène, ce qui est évidemment permis.

» Je remarque, en premier lieu, que l'on peut déterminer deux expressions

$$\Delta z = \alpha \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + 2\beta \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} + \gamma \frac{\partial^2 z}{\partial y^2},$$
$$\Delta' z = \alpha' \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + 2\beta' \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} + \gamma' \frac{\partial^2 z}{\partial y^2},$$

les α, β, γ étant réelles avec les inégalités

$$\beta^2 - \alpha\gamma < 0, \quad \beta'^2 - \alpha'\gamma' < 0 \qquad [\text{pour } (x, y) \text{ situé dans R}],$$

de telle sorte que l'équation proposée puisse prendre la forme

$$(2) \qquad \Delta' \Delta z - f(z) = 0,$$

$f(z)$ ne renfermant pas de dérivées du quatrième ordre.

» Nous démontrons ensuite qu'*une intégrale continue de l'équation* (2) *est déterminée d'une manière unique quand on se donne sur un contour* C (*situé dans* R) *les valeurs de*

$$z \quad \text{et} \quad \Delta z,$$

pourvu que C *soit suffisamment petit.*

» Quant à la détermination effective de cette intégrale, elle peut se faire en procédant par approximations successives. Il est d'abord facile de voir que l'intégrale de l'équation

$$\Delta' \Delta z = \lambda(x, y),$$

où $\lambda(x, y)$ est une fonction donnée de x et y, est déterminée quand on se donne les valeurs de z et Δz sur un contour et sa recherche peut se faire en appliquant des méthodes que nous avons précédemment développées.

» Ceci posé, on envisagera les équations

$$\Delta' \Delta z_0 = 0,$$
$$\Delta' \Delta z_1 = f(z_0),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$\Delta' \Delta z_n = f(z_{n-1}).$$

On intègre la première en se donnant les valeurs de z_0 et Δz_0 sur le contour, tandis que pour toutes les autres équations z_i et Δz_i sont nuls sur C. La série

$$z_0 + z_1 + \ldots + z_n + \ldots$$

est convergente, si C est suffisamment petit, et *représente l'intégrale de* (2) *correspondant aux valeurs données de*

$$z \quad \text{et} \quad \Delta z$$

sur le contour C.

» 3. Il est maintenant aisé d'indiquer la marche à suivre pour établir le théorème général énoncé au n° 1. Soit une intégrale z de l'équation (2), bien déterminée et continue ainsi que ses dérivées partielles des quatre premiers ordres dans une certaine région autour d'un point A appartenant à R. En traçant un contour C suffisamment petit autour de A, l'intégrale se trouvera complètement déterminée par ses valeurs et celle de son Δ sur C; on pourra donc en avoir une représentation analytique précisément donnée par la série formée plus haut

$$z_0 + z_1 + \ldots + z_n + \ldots.$$

Chaque terme de cette série est une fonction analytique de x et y dans C, et il est facile de voir qu'ici la série sera elle-même une fonction analytique des variables. *Le théorème est alors établi.*

» Une proposition de la nature de celle qui vient de nous occuper paraît, à première vue, difficile à démontrer, parce qu'on n'a pas immédiatement une représentation de l'intégrale. Des approximations successives convenablement dirigées permettent, comme on vient de le voir, d'obtenir cette représentation et la démonstration devient alors très simple. Une fois assuré de la nature *analytique* des intégrales, on peut en indiquer des représentations de formes très diverses. M. Borel a donné récemment à ce sujet une formule très curieuse et au premier abord paradoxale dans une intéressante Note insérée au *Bulletin des Sciences mathématiques* (juin 1895).

» Nous nous sommes borné à $n = 4$. Il est clair que pour $n = 2p$, on mettra l'équation sous la forme

$$\Delta_1 \Delta_2 \ldots \Delta_p z = f(z),$$

les Δ étant de même forme que plus haut, et $f(z)$ ne contenant pas de dérivées partielles d'ordre n. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Lois de l'extinction d'une houle simple en haute mer;* par M. J. **Boussinesq**.

« I. Prenons pour limites de notre volume liquide, à l'époque t [1], d'une part, deux plans fixes parallèles aux orbites ou normaux aux y, et distants de 1, d'autre part, deux plans encore verticaux, à abscisses x_0, x_1, perpendiculaires aux premiers et comprenant entre eux un nombre exact n de longueurs d'onde 2L ou, par suite, de vagues, assez grand pour que leur hauteur H soit sensiblement moindre près de x_1 que près de x_0. Nous supposerons d'ailleurs ces deux derniers plans menés par les pieds d'ordonnées nulles de la surface libre $z = -h$, c'est-à-dire justement, l'un, $x = x_0$, à la queue de la $n^{\text{ième}}$ vague interceptée, l'autre, $x = x_1$, à la tête de la première.

» Sur les deux plans $y =$ const. parallèles aux orbites et où les pressions sont normales par raison de symétrie, il n'y aura évidemment pas de travail extérieur. Quant aux deux autres plans $x = x_0$ et $x = x_1$, les vitesses qu'on y observe et les pressions qui s'y exercent sont presque exactement celles qui, conformément aux lois de Gerstner, correspondent aux u, v, w dérivant du potentiel φ des vitesses donné par la formule (15) de mon précédent Mémoire, savoir, après différentiation en t et substitution des coordonnées actuelles aux coordonnées centrales, ainsi que de Hω à C,

$$(7) \qquad \varphi = \mathrm{H}\omega e^{-\frac{gz}{\omega^2}} \sin\frac{g(x-\omega t)}{\omega^2} = \mathrm{H}\omega e^{-\pi\frac{z}{\mathrm{L}}} \sin\left(\pi\frac{x}{\mathrm{L}} - \pi\frac{t}{\mathrm{T}}\right).$$

» Or, aux points $x = x_0$, $x = x_1$, considérés à l'époque t, la dérivée de φ par rapport au temps, égale à $-gh$ à la surface libre d'après la première formule (11) du même Mémoire, est nulle; et il y vient, d'après (7), non seulement $v = 0$, mais encore $u = 0$ quel que soit z. Donc, aussi la dérivée de u en z, et la dérivée égale de w en x, sont nulles sur les deux plans $x = x_0$, $x = x_1$. Autrement dit, d'une part, le mouvement y est presque vertical; et la partie principale P de la pression horizontale $\mathrm{P} - \mathfrak{N}_x$, de l'ordre de petitesse de $\rho g \zeta$ ou, tout au moins, de $\rho g w \mathrm{T}$, n'y a pendant l'instant dt, à chaque niveau z et par unité d'aire, qu'un travail (au plus comparable à $\rho g w \mathrm{T} u\, dt$) très petit à côté de $\rho g \mathrm{T} w^2\, dt = \pi\rho w^2 \omega\, dt$, c'est-

[1] Voir le précédent *Compte rendu*, p. 1381.

à-dire devant la demi-force vive d'une longueur de fluide $\omega\,dt$ située au même niveau. Ainsi, la portion de dT_e due aux parties principales P de pression, ne donnera, en l'intégrant durant toute une période $2T$, presque rien par rapport à l'énergie d'une seule vague ([1]). D'autre part, on voit que l'expression (2) du petit frottement vertical $\mathfrak{G}_y$ s'annule sensiblement pour $x = x_0$, $x = x_1$; et, par suite, ce frottement a un travail très inférieur au produit, partout ailleurs, de $\mathfrak{G}_y$ par le déplacement vertical $w\,dt$ ou par $\frac{dw}{dx}\mathrm{L}\,dt$, produit de l'ordre de $\frac{dt}{\varepsilon}\mathfrak{G}_y^2\mathrm{L}$, c'est-à-dire de l'ordre d'une portion du dernier terme de (6) considéré sur une demi-longueur de vague. Et il en est de même du travail $-\mathfrak{N}_x u\,dt$, négligé jusqu'ici, de la petite partie $-\mathfrak{N}_x$ des pressions horizontales, qui serait, ailleurs qu'à la tête ou à la queue des vagues, de l'ordre de $\mathfrak{N}_x\frac{du}{dx}\mathrm{L}\,dt = \frac{dt}{2\varepsilon}\mathfrak{N}_x^2\mathrm{L}$, ou de l'ordre d'une autre partie du même dernier terme de (6) considéré encore sur la demi-longueur d'une onde, mais qui sera, en réalité, bien moindre, à cause du facteur u sensiblement nul à la tête et à la queue des vagues.

» En résumé, le second membre de (6) est réductible à son dernier terme; car nous venons de voir que l'on peut y faire $dT_e = 0$, à la condition pourtant, quand on intégrera pour toute une période $2T$, d'ajouter au résultat une correction négligeable devant l'énergie d'une vague.

» II. Avant d'aller plus loin, cherchons au moyen de (7) les expressions approchées des deux énergies potentielle et actuelle.

» Et, d'abord, la dénivellation h étant sensiblement proportionnelle au cosinus d'un arc fonction linéaire de l'abscisse x, la valeur moyenne de son carré, sur une longueur d'une demi-onde, sera la moitié des maxima H^2 de celui-ci; et l'on aura $\frac{1}{4}\rho g\mathrm{H}^2$ pour l'énergie potentielle moyenne de pesanteur par unité de la surface σ.

» D'autre part, la demi-force vive effective de chaque molécule égalant, d'après une loi de Gerstner, le travail que donnerait son poids si elle passait du centre de son orbite à sa situation de repos, l'énergie actuelle de chaque colonne fluide verticale égale la valeur moyenne des énergies po-

---

([1]) Cela suffira pour la démonstration; mais il est bon d'observer que ce travail est encore réduit par le double fait de l'annulation très approchée de P (d'après une loi de Gerstner) sur toute l'étendue des sections $x = x_0$, $x = x_1$ où la dénivellation h s'annule elle-même, et des signes contraires que prennent les travaux des pressions P sur les deux faces *opposées* $x = x_0$, $x = x_1$, à cause de la parité de sens des déplacements qui s'y observent, concurremment avec le renversement de sens des pressions.

tentielles de pesanteur de toutes les colonnes analogues composant une vague. Ainsi, l'énergie actuelle est $\frac{1}{4}\rho g H^2$ sous chaque unité d'aire de la surface libre. Et, en effet, le calcul direct de cette demi-force vive

$$\int \tfrac{1}{2}\rho(u^2 + w^2)\,dz,$$

entre les limites du fluide ou, sensiblement, de $z = 0$ à $z = \infty$, donne bien $\frac{1}{4}\rho g H^2$, quand on y substitue à u et à w les dérivées en x et z du potentiel (7).

» L'énergie totale d'une vague, de longueur $2L$, sera donc

$$\tfrac{1}{2}\rho g H^2(2L) = \rho g L H^2,$$

et, en la désignant par $\mathcal{E}$, nous aurons

$$\mathcal{E} = \rho g L H^2. \tag{8}$$

» Enfin, le second membre de (6), réduit à son dernier terme devenu simplement

$$-\varepsilon\,dt \int_{\varpi} \left[2\left(\frac{du^2}{dx^2} + \frac{dw^2}{dz^2}\right) + \left(\frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz}\right)^2\right] d\varpi = -\,dt\,\frac{4\varepsilon g^4}{\omega^6}\int_{\varpi} H^2 e^{-\frac{2gz}{\omega^2}}\,d\varpi,$$

est, par unité de l'aire σ, en faisant $d\varpi = dz$ et intégrant de zéro à l'infini, $-2\varepsilon\,dt\,\frac{g^3 H^2}{\omega^4}$.

» Il aura donc comme valeur totale, si l'on élimine finalement H^2 par (8) et si l'on observe alors que le quotient de g par ω^2 égale celui de π par L,

$$-\frac{2\varepsilon g^3}{\omega^4}\,dt \int_{x_0}^{x_1} H^2\,dx = -\frac{2\pi^2\varepsilon}{\rho L^3}\left(\int_{x_0}^{x_1} \mathcal{E}\,dx\right)dt. \tag{9}$$

» III. Afin que notre volume fluide, considéré à l'époque $t + dt$, comprenne exactement n vagues entières comme à l'époque t, complétons-le, du côté de sa face $x = x_1$, par une tranche fluide d'épaisseur $\omega\,dt$, ou ajoutons-y le volume *étranger* envahi par la première de ces vagues durant l'instant dt, sans que d'ailleurs les particules de cette face $x = x_1$ aient avancé sensiblement (puisque les vitesses y sont à très peu près verticales); et retranchons-en de même, sur la face $x = x_0$, la tranche égale délaissée par la $n^{\text{ième}}$ vague. Chacune de ces tranches possède une énergie actuelle, égale, d'après le calcul précédent, à $\frac{1}{4}\rho g H^2 \omega\,dt = \frac{1}{4}\mathcal{E}\frac{\omega\,dt}{L}$, H y

étant pris, soit pour $x = x_1$, soit pour $x = x_0$; mais elle est sans énergie potentielle sensible $\frac{1}{2}\rho g h^2 \omega\, dt$, puisque la dénivellation h s'annule aux extrémités des vagues.

» Si donc $\mathcal{E}_1$, $\mathcal{E}_0$ désignent respectivement l'énergie totale d'une vague aux limites x_1, x_0, les deux masses fluides envahie et délaissée durant l'instant dt par le groupe de n vagues que l'on considère, ajouteront au second membre de (6), c'est-à-dire à l'expression (9), pour en faire l'accroissement d'énergie des n vagues *suivies dans leur propagation* durant l'instant dt, l'excédent $\frac{1}{4}(\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_0)\frac{\omega\, dt}{L}$.

» Intégrons enfin cet accroissement total pour une période 2T donnant $\int \omega\, dt = 2L$, et observons que, durant un espace de temps aussi court, toute vague suivie dans son mouvement conserve, à très peu près, sa forme et son énergie, en sorte que $\int \mathcal{E}\, dx$, dans (9) et $\mathcal{E}_0$, $\mathcal{E}_1$ restent constants. De plus, au bout de ce temps 2T, chaque vague s'est substituée à celle qui la précédait : la première du groupe est devenue l'onde, d'énergie $\mathcal{E}_1$, qui était contiguë extérieurement au plan $x = x_1$, et le groupe a perdu sa dernière onde d'énergie $\mathcal{E}_0$, toutes les ondes intermédiaires se trouvant d'ailleurs remplacées identiquement. La variation totale d'énergie du groupe est donc $\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_0$, ou, sous une autre forme, l'intégrale de $d\mathcal{E}$ en x, prise de $x = x_0$ à $x = x_1$. Par hypothèse, elle se trouve comparable à $\mathcal{E}_0$ ou à $\mathcal{E}_1$, puisqu'on a choisi l'intervalle $x_1 - x_0$ assez grand pour que l'énergie $\mathcal{E}$ y varie d'une fraction sensible de sa valeur; et elle est, en conséquence, beaucoup plus grande que le terme de $\int dT_e$ négligé plus haut. La suppression de ce terme est donc justifiée. Dès lors, il vient

$$(10) \qquad \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_0 = \tfrac{1}{2}(\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_0) - \frac{4\pi^2 \varepsilon}{\rho L^2 \omega}\int_{x_0}^{x_1} \mathcal{E}\, dx.$$

» On voit que la perte d'énergie, $\mathcal{E}_0 - \mathcal{E}_1$, du système *à matière changeante* des n ondes suivies dans leur mouvement durant le temps d'une période, n'est due que pour moitié au travail des frottements; l'autre moitié, exprimée au signe près par le premier terme du second membre, provient de ce que l'énergie emportée à l'arrière du système par la matière qu'il délaisse n'est pas compensée par celle de la matière qu'il envahit à l'avant.

» IV. Multiplions par 2 l'équation (10) et transposons tous les termes du second membre. Le résultat obtenu pourra évidemment s'écrire

$$(11) \qquad \int_{x_0}^{x_1} \left(\frac{d\mathcal{E}}{dx} + \frac{8\pi^2 \varepsilon}{\rho L^2 \omega}\mathcal{E}\right) dx = 0.$$

» Or, dans cette dernière formule, la fonction sous le signe $\int$ varie très lentement et très graduellement avec x; de sorte que l'annulation de l'intégrale dans tout intervalle multiple un peu grand de 2L entraîne son annulation identique et celle de sa différentielle. Il vient donc l'équation cherchée du problème,

$$\frac{d\mathcal{E}}{dx} + \frac{8\pi^2\varepsilon}{\rho L^2\omega}\mathcal{E} = 0; \tag{12}$$

et celle-ci donne immédiatement

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 e^{-\frac{8\pi^2\varepsilon x}{\rho L^2\omega}}, \tag{13}$$

où $\mathcal{E}_0$ désigne, ici, la valeur initiale de l'énergie d'une vague (¹).

V. Si l'on introduit enfin au lieu de l'énergie $\mathcal{E}$, d'après (8), la quantité sensiblement proportionnelle H^2, c'est-à-dire le carré de la demi-hauteur H des vagues, il vient, après extraction de racines carrées, en appelant H_0 cette demi-hauteur pour $x = 0$, c'est-à-dire dès la sortie de la région où naissent les ondes, et α le *coefficient d'extinction* de la houle *avec la distance*,

$$H = H_0 e^{-\alpha x}, \quad \text{où} \quad \alpha = \frac{4\pi^2\varepsilon}{\rho L^2\omega} = 4\pi^2\sqrt{\pi}\frac{\varepsilon}{\rho g}\frac{\sqrt{g}}{L^2\sqrt{L}} = \frac{4\pi^5}{g^2}\frac{\varepsilon}{\rho g}\frac{1}{T^5}. \tag{14}$$

» *Le coefficient d'extinction (avec la distance) d'une houle simple est donc inversement proportionnel à la cinquième puissance de sa demi-période* T *ou à la puissance* $\frac{5}{2}$ *de la longueur* 2L *de ses vagues.*

» Les expériences de Poiseuille sur l'écoulement dans les tubes fins ont donné pour l'eau (douce), à la température de 10° C., $\frac{\varepsilon}{\rho g} = 0,0000001336$, les unités de longueur et de temps étant le mètre et la seconde (²). En faisant d'ailleurs $g = 9,81$, il vient

$$\alpha = \frac{0,00002928}{L^2\sqrt{L}} = \frac{0,000001699}{T^5}. \text{ »} \tag{15}$$

(¹) On peut voir déjà cette formule, et le principe de la méthode suivie ici, dans les *Additions* à mon *Essai sur la théorie des eaux courantes* (*Savants étrangers*, t. XXIV, p. 53).

(²) Pour l'eau salée, le rapport $\frac{\varepsilon}{\rho g}$ serait un peu plus grand, et il y aurait lieu, par suite, d'accroître légèrement les numérateurs dans les expressions (15) de α.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de faibles quantités d'arsenic;* par M. AD. CARNOT.

« On possède déjà de nombreuses méthodes de dosage de l'arsenic; mais ces méthodes, si elles conviennent pour des proportions élevées, laissent fort à désirer pour de faibles quantités d'arsenic. Or il importe, dans un certain nombre de cas, de pouvoir déterminer celles-ci avec exactitude. On sait, par exemple, que divers métaux, le cuivre, le fer, le nickel, etc. perdent en partie leurs qualités industrielles, dès que la proportion d'arsenic, qu'ils renferment, atteint un millième. Une grande précision est également nécessaire pour le dosage de l'arsenic dans les eaux minérales, où il joue parfois un rôle des plus importants, bien que sa proportion ne dépasse presque jamais quelques dixièmes de milligramme par litre.

» La méthode que je vais exposer consiste à précipiter l'arsenic à l'état de sulfure, puis à transformer celui-ci par l'ammoniaque, le nitrate d'argent et l'eau oxygénée en acide arsénique, qui est lui-même dosé ensuite sous forme d'arséniate de bismuth, composé bien insoluble dans l'acide azotique étendu et dont le poids est près de cinq fois égal à celui de l'élément à doser.

» La première opération est presque toujours le complément nécessaire du traitement destiné à isoler l'arsenic des autres substances. Suivant les cas, la précipitation de l'arsenic s'effectue, soit par l'action de l'hydrogène sulfuré sur une solution acide où il était à l'état d'acide arsénieux ou d'acide arsénique, soit par la décomposition, au moyen d'un acide, d'une solution où il se trouvait à l'état de sulfosel. En conséquence, le précipité se compose de trisulfure ou de pentasulfure d'arsenic, mêlé d'une quantité plus ou moins importante de soufre libre.

» Le mélange, après avoir été bien lavé, est traité par de l'eau ammoniacale chaude; celle-ci dissout aisément le sulfure d'arsenic en laissant sur le filtre presque tout le soufre libre; le surplus sera précipité par l'opération suivante : On verse dans la solution une suffisante quantité de nitrate d'argent qui donne lieu à la production de sulfure d'argent et, en même temps, d'arsénite ou d'arséniate d'ammoniaque, suivant que le précipité contenait du trisulfure ou du pentasulfure d'arsenic. Pour le trisulfure, par exemple, la transformation est représentée par l'équation suivante :

$$As^2S^3 + 3Ag^2O.Az^2O^5 = 3Ag^2S + As^2O^3 + 3Az^2O^5.$$

» On chauffe en agitant pendant quelques minutes pour rassembler le précipité de sulfure et l'on s'assure que la liqueur n'est plus troublée par une nouvelle addition de sel d'argent. On ajoute alors quelques gouttes d'eau oxygénée pure (ou du moins ne contenant pas d'autre acide que l'acide chlorhydrique) qui est sans action sur le sulfure d'argent, mais qui transforme aussitôt, en présence d'un excès d'ammoniaque, l'acide arsénieux en acide arsénique.

» On chauffe de nouveau vers 100° jusqu'à ce que l'odeur d'ammoniaque ait entièrement disparu; puis on ajoute quelques gouttes d'acide nitrique, de manière à acidifier faiblement la liqueur. On redissout ainsi tout l'arséniate d'argent, qui a pu se déposer par suite de l'expulsion de l'ammoniaque (1) et l'on précipite à l'état de chlorure d'argent la totalité du chlore, qui peut provenir ou d'un lavage imparfait du sulfure d'arsenic au début ou de l'impureté de l'eau oxygénée que l'on a employée.

» On sépare sur un filtre les précipités réunis de sulfure et de chlorure d'argent et, après lavage, on verse dans la liqueur filtrée une solution azotique de sous-nitrate de bismuth, contenant au moins cinq ou six fois autant de ce réactif qu'il peut y avoir d'arsenic dans la matière à analyser.

» On sature par l'ammoniaque et l'on fait bouillir quelques minutes, puis on laisse déposer le précipité blanc formé d'hydrate et d'arséniate de bismuth; on décante la liqueur sur un petit filtre taré à l'avance; puis on redissout le précipité sur le filtre et dans la fiole par de l'eau contenant $\frac{1}{15}$ de son volume d'acide azotique à 36° B. ($d = 1,33$) et l'on fait bouillir. Ce degré de dilution est celui qui convient le mieux ici pour dissoudre peu à peu l'hydrate de bismuth et pour laisser l'arséniate complètement insoluble. Il se forme un précipité lourd, cristallin, qu'on recueille sur le petit filtre taré et qu'on lave à l'eau acidulée au $\frac{1}{15}$, puis à l'eau pure. On sèche à 110° et l'on pèse.

» L'analyse du précipité a conduit à la formule

$$As^2O^5.Bi^2O^3 + H^2O.$$

Il contient donc, pour 100 : 21,067 d'arsenic ou 32,303 d'acide arsénique.

(1) Le dépôt rouge brique d'arséniate d'argent est bien visible, si l'on a éliminé le sulfure d'argent par filtration. J'ai essayé de m'en servir pour le dosage de l'argent; mais je n'ai pas trouvé là un procédé de dosage sûr, à cause de la grande solubilité de l'arséniate d'argent dans toute liqueur acide ou ammoniacale et même dans le nitrate d'ammoniaque.

» On doit peser le précipité séché et non calciné, à cause des pertes qui se produiraient au rouge sous l'action réductive du papier.

» Une série d'essais ont été faits pour vérifier l'exactitude de la méthode, en l'appliquant spécialement à de petites quantités d'arsenic. On a dissous dans 1^{lit} d'eau $1^{gr},20$ d'arséniate de soude, où un dosage direct avait donné $0^{gr},2976$ d'arsenic; puis on a opéré chaque fois sur 10^{cc} de la solution, qui devait contenir $0^{gr},002976$. L'arsenic a été transformé en sulfosel, puis en sulfure et enfin en arséniate de bismuth, comme il vient d'être dit. La moyenne de vingt dosages a donné $0^{gr},00299$ d'arsenic, les plus grands écarts en plus ou en moins n'atteignant pas $0^{mg},20$ et presque tous les autres restant inférieurs à $0^{mg},05$. On peut donc dire que cette méthode est véritablement très sûre et très précise. »

BOTANIQUE. — *Truffes* (Terfâs) *du Maroc et de Sardaigne;*
par M. **Ad. Chatin.**

« La présente Note a pour objet de faire connaître des Truffes (groupe des *Terfâs*) qui m'ont été adressées du Maroc et de la Sardaigne : les premières, par d'obligeants compatriotes, MM. J. Goffart et Mellerio, en résidence dans la Régence; les secondes, par MM. Laurent, consul de France à Cagliari, et Lovisato, doyen de la Faculté des Sciences de cette ville, en réponse à une demande de M. Bompard, Directeur des Consulats et Affaires commerciales au Ministère des Affaires étrangères.

» *Truffes du Maroc.* — M. le Consul général de France à Tanger, répondant l'an dernier à une demande de M. Hanotaux, alors encore Directeur des Consulats, écrivait que, d'après tous les renseignements recueillis, il n'existait pas de Truffes dans la Régence.

» Je crus devoir faire sur ce point toutes réserves, à l'occasion d'une Note (¹) *Sur les Truffes de Tunis et de Tripoli.*

» Les envois successifs qui viennent de m'être faits de Truffes récoltées sur plusieurs points du Maroc justifient bien mes réserves.

» En effet, dès le 22 février, toute première saison des Terfâs, M. Goffart, de résidence habituelle au Maroc, m'adressait quelques tubercules récoltés par lui-même tout près de Tanger. L'envoi qui me parvint, voie

(¹) A. Chatin, *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 485.

de la poste, en état de parfaite fraîcheur, était accompagné du billet suivant :

» Sachant que M. Chatin a pris dernièrement beaucoup d'intérêt aux Truffes africaines, j'espère lui être agréable en lui en faisant passer quelques-unes que j'ai récoltées dernièrement à Arzita; elles partent par le même courrier.

» Comme qualités comestibles, je les trouve assez ordinaires, bien que très estimées par les Israélites indigènes qui les mangent comme des pommes de terre. Les Arabes les nomment *Trelfa*.

» S'il pouvait lui être utile en quoi que ce soit, à lui et à tous les hommes de science, il se tient entièrement à leur disposition : Jules Goffart, Tanger, 28/2 95.

» Le 25 mars, puis le 12 avril, M. J. Goffart me faisait de nouveaux envois de tubercules plus complètement mûrs que les premiers; de la terre et des spécimens de la plante nourricière faisaient partie du dernier envoi.

» Les tubercules avaient les caractères suivants :

» Tubercules de forme régulière, ronds ou ovoïdes, sans trace du pied mycélifère généralement très développé dans les *Tirmania* et la plupart des *Terfezia*. Sous ce rapport, le Terfâs de Tanger touche à nos *Tuber* de Périgord, etc.

» Périderme de couleur bistre, à surface unie, sur laquelle adhère intimement un très fin limon, comme agglutiné à elle par une certaine humidité et que parcourent de ténus filaments mycéliens.

» C'est là encore une analogie spéciale avec nos *Tuber*, analogie qui peut s'expliquer par la situation, complètement hypogée, tant du Terfâs de Tanger que de nos Truffes.

» La chair, blanche avant la maturité, puis d'un gris jaunâtre et marbrée, a une odeur et une saveur faibles, toutefois assez agréables; elle est de consistance ferme, mais se ramollit ou blettit assez vite.

» Les sporanges sont arrondis, à huit spores et munis d'un court caudicule.

» Les spores, faiblement colorées à la maturité, sont rondes, hérissées d'aiguillons longs, pointus, assez inégaux et parfois un peu flexueux; leur diamètre (sans les aiguillons) est de $0^{mm},25$.

» Par ses spores arrondies, le Terfâs de Tanger s'éloigne des *Tirmania* aux spores elliptiques et prend rang dans le genre *Terfezia;* je le dénomme *Terfezia Goffartii,* comme témoignage de ma reconnaissance et de celle de la Science envers M. Jules Goffart, qui a eu la grande obligeance de le mettre si gracieusement à ma disposition.

» Le *Terfezia Goffartii* est une espèce botanique bien caractérisée : par ses tubercules sans pied, par son périderme de couleur bistre, sa chair assez colorée, surtout par le diamètre des spores et la forme de leurs aiguillons.

» Un petit *Terfezia* des sables qui bordent les pinières de la Gironde, le *Terfezia leptoderma*, est, de toutes les espèces, celle qui se rapproche le plus du *Terfezia Goffartii*. Toutefois, elle s'en distingue nettement par le diamètre ($0^{mm},20$), moindre de ses spores, par les papilles plus régulières, plus courtes et d'ordinaire plus pointues, ainsi que par la chair plus blanche et sa petitesse ($0^{cm},10$ à $1^{cm},5$).

» Un autre *Terfezia*, le *T. Metaxasi* ou Kamé noir, qui me fut envoyé de Damas avec le Kamé blanc (*T. Hafizi*), n'est pas sans rapports avec le *Goffartii*, mais ses grosses spores (de $0^{mm},30$ à $0^{mm},32$) suffiraient à l'en distinguer, sans compter la chair blanche, l'existence d'un pied, etc.

» Aux tubercules M. Goffart avait joint des fragments de la plante nourrice.

» Le 15 avril, peu après le troisième envoi de M. Goffart, je recevais de M. Alphonse Mellerio, Membre de la Société botanique de France, qui passe les hivers au Maroc pour raison de santé, quelques tubercules et la lettre suivante :

Casablanca (Maroc), 9 avril 1895.

» J'ai l'honneur de vous envoyer un échantillon de Truffes récoltées aux environs de Casablanca. Des Truffes sont aussi récoltées à Rabat et à Larache, situés à 80^{km} et à 230^{km} de Casablanca.

» A Casablanca, où elle n'est pas très abondante, la récolte peut être de 400 à 800^{kg}; à Larache, elle est de 1000 à 2000^{kg}; Rabat tient le milieu entre Casablanca et Larache.

» La récolte a lieu de fin mars à fin mai.

» Le volume des tubercules varie entre une noix et une grosse pomme de terre. Les indigènes leur donnent le nom de *Terfâs*. »

» Bien caractérisés par le diamètre ($0^{mm},22$ à $0^{mm},26$) des spores et surtout par les grosses papilles carrément tronquées de celles-ci, les tubercules de Casablanca doivent être rapportés au *Terfezia Leonis*.

» Toutefois, assez dissidents du type par leur forme arrondie au lieu d'être figuiforme ou pyriforme, par le pied peu développé et la chair plutôt bistre que rose, le Terfâs de Casablanca peut être considéré comme constituant une variété du *Terfezia Leonis* que je ne saurais mieux dénommer que *Terfezia Leonis Mellerionis* en signe de ma gratitude pour l'aimable confrère de la Société botanique qui m'en a fait l'envoi.

» Comme l'a reconnu M. Mellerio, la plante nourricière est l'*Helianthemum guttatum* déjà signalé comme nourrice des Terfâs à Smyrne, au Maroc, en Algérie et en Sardaigne.

» Quant à la nourrice du *Terfezia Goffartii*, ce serait, autant qu'on a pu l'apprécier par les fragments reçus, un *Erodium*.

» L'analyse de la terre des terfazières fera partie d'un travail d'ensemble.

» *Truffe de Sardaigne*. — Des consuls de France de la zone méditerranéenne orientale auxquels M. Bompard, Directeur actuel des Consulats au Ministère des Affaires étrangères, avait bien voulu demander pour mes études des spécimens des Truffes (Terfâs) blanches de printemps pouvant exister dans leur région, ceux de Naples, de Messine, de Cadix et de Séville ont déclaré, comme l'avaient fait un an auparavant, répondant à M. Hanotaux, les représentants de la France à Tanger et à Athènes, qu'il n'y existe pas de Truffes (1).

» Mieux renseigné a été M. Laurent, notre consul à Cagliari.

» Voici en effet ce que m'écrit M. Bompard :

» J'ai l'honneur de vous transmettre ci-joint une Note contenant les renseignements recueillis par le consul de France à Cagliari au sujet des Truffes blanches de printemps récoltées en Sardaigne. M. Laurent m'a également fait parvenir une boîte renfermant les spécimens des tubercules dont il s'agit. Cette boîte est jointe à la présente dépêche. Les consuls à Bari et à Sassari (2) font savoir que la Truffe blanche de printemps n'existe pas dans leur résidence.

» Voici les renseignements fournis par M. le Consul :

» La Truffe blanche de Sardaigne [en sarde Tunera (3)], se trouve dans les sables qui bordent les cours d'eau. Elle est assez rare et peu répandue dans l'alimentation; ce sont toujours les porcs qui en décèlent l'existence.

» La personne qui m'a fait ce premier envoi a négligé de prendre des échantillons de terre et de la plante nourricière, suivant le désir de M. Chatin.

» M. Lovisato, Directeur de la Faculté des Sciences mathématiques, physiques et naturelles de l'Université de Cagliari, mettra à ma disposition de nouveaux échantillons en y joignant les renseignements que l'on possède sur ces tubercules....

---

(1) Cependant, la Truffe blanche de printemps croît dans l'Espagne du Sud, où on la nomme *turmera*, dans des champs de cistes connus sous le nom de *turmérières*, et elle a été envoyée en 1843 de Naples à Tulasne par Gasparini, qui la signale en Sicile, près Callagirone.

(2) Aussi Tavera de Arena.

(3) En Espagne, Turnera et Turmera.

» Et dès le 28 mai, M. le Directeur des Consulats m'écrivait ;

» J'ai l'honneur de vous transmettre ci-joint, pour faire suite à mes précédentes Communications, un certain nombre de Truffes de Sardaigne, provenant d'une localité voisine de Mores, province de *Sassari*.

» Ces tubercules, très rares dans le pays, et à peine connus dans l'alimentation, sont accompagnés d'une certaine quantité du sable argileux dans lequel ils prennent naissance, ainsi que d'un spécimen de la plante considérée par les gens du pays comme nourricière des Truffes et qui, suivant M. Lovisato, Directeur de la Faculté des Sciences de l'Université de Cagliari, ne serait qu'une variété de l'*Helianthemum guttatum*.

» Comme ceux du premier envoi, provenant des environs de Cagliari, les tubercules de Mores, province de Sassari, appartiennent au *Terfezia Leonis*, espèce au développement de laquelle l'année a été tout spécialement favorable, à en juger par les envois qui m'en ont été faits des points les plus divers (Maroc, Algérie, Smyrne).

» La plante nourricière est bien l'*Helianthemum guttatum*, ainsi que le dit M. Lovisato.

» Du poids de 15 à 40^{gr}, pyriformes ou presque ronds, les tubercules de Sardaigne ont un périderme brunâtre, la chair ferme et d'un bistre rosé, avec marbrures plus claires, d'odeur et saveur faibles.

» Les sporanges contiennent de 8 à 6 spores rondes, couvertes de ces grosses et courtes papilles, en forme de dents d'engrenage, si caractéristiques du *Terfezia Leonis*.

» Je rappelle que Tulasne, qui dénomma cette espèce, l'avait reçue de Sardaigne, où il la dit commune. On a vu que M. Lovisato la tient pour rare. Cette contradiction s'explique par ce fait que rareté ou abondance, petits ou gros tubercules correspondent, dans le premier cas, aux années sèches, dans le second aux années pluvieuses (¹). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Comparaison de l'échauffement qu'éprouvent les muscles dans les cas de travail positif et de travail négatif;* par M. A. **Chauveau**.

« L'ouvrage que j'ai consacré à l'étude de l'énergie mise en jeu dans le travail musculaire (²) contient une partie très incomplète, celle qui traite

---

(¹) Le *Terfezia Leonis* forme, comme les *Terfezia Boudieri, Claveryi*, etc., un mets agréable en omelette et dans les ragoûts.

(²) *Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente*. Paris, Asselin et Houzeau; 1891.

du travail négatif. Je ne possédais pas, en effet, au moment de la rédaction de cette partie, toutes les données expérimentales nécessaires à une comparaison suffisamment exacte de la somme d'énergie dépensée dans le travail positif et le travail négatif correspondant.

» Or, c'est là un point qui importe essentiellement à la vérification des propositions par lesquelles j'ai formulé ma théorie générale du travail musculaire, considéré au point de vue de l'énergétique. J'ai démontré, en effet : 1° que ce travail, pendant la *contraction statique*, consiste dans une création d'élasticité dont la valeur est proportionnelle au degré de raccourcissement du muscle et à la charge qu'il supporte ; 2° que l'énergie mobilisée dans l'effort du muscle est exactement proportionnelle également à la charge supportée et au degré de raccourcissement musculaire. J'ai admis, en outre, qu'il en est de même pendant la *contraction dynamique*, consacrée au soulèvement ou à l'abaissement d'un poids. En effet, l'équilibration de la charge par la résistance du muscle, *pendant la montée* ou *pendant la descente*, nécessite une création d'élasticité musculaire et une mobilisation d'énergie qu'on peut supposer *a priori* obéir aux mêmes lois que dans le cas de contraction statique. Mais cette assimilation, parfaitement légitime *en soi*, c'est-à-dire en ce qui concerne proprement l'équilibration du poids dans toutes les positions successives qu'il prend, pendant le mouvement uniforme de montée ou de descente, n'est-elle pas influencée par l'élément additionnel que le déplacement même du poids introduit dans l'acte de la contraction musculaire ?

» Dans la discussion de mon sujet, je n'ai pas tenu compte de cet élément nouveau, faute d'être suffisamment renseigné par les faits sur le problème d'énergétique qu'il contient, c'est-à-dire sur la comparaison de l'énergie mise en jeu dans les cas de soulèvement et d'abaissement des charges. Le moment est venu de reprendre cette comparaison. Non pas que j'ai pu la faire aussi exactement que je le désirais : c'est toujours avec la méthode imparfaite de l'échauffement, apprécié par les mesures thermométriques, que j'ai dû déterminer les modifications qui surviennent dans la dépense énergétique. J'ai pu toutefois me procurer des renseignements expérimentaux assez sûrs pour être en mesure de faire, sans aucune hésitation, les rectifications que l'intervention du travail mécanique créé ou détruit est propre à introduire dans mes propositions théoriques.

» *Comparaison de l'échauffement du muscle biceps dans les cas de travail positif et de travail négatif correspondant.* — Le travail négatif détermine toujours moins d'échauffement dans le muscle biceps que le travail positif :

telle a été la conclusion des nombreuses expériences que j'ai faites en 1890. Je n'ai publié que les résultats de celles qui avaient été exécutées sur un sujet qui soulevait ou abaissait un poids de 4^{kg}, l'articulation du coude se fermant ou s'ouvrant angulairement de 60°, chaque mouvement ayant une durée d'une minute.

» Je reproduis ici les chiffres moyens obtenus dans cette série d'expériences, pour la valeur de l'échauffement :

Pendant le soulèvement (travail positif).......	0°,108
Pendant l'abaissement (travail négatif).......	0°,095 (1)

» Les expériences avaient été nombreuses : 21. Dans aucune l'échauffement ne s'est montré, pendant le travail négatif, plus fort ou même seulement aussi fort que pendant le travail positif. Elles se sont donc prononcées unanimement dans le même sens. J'ajoute, d'après le collationnement nouveau que je viens d'en faire, que l'écart entre les deux nombres moyens ci-dessus est certainement inférieur à la réalité. Je constate, en effet, qu'il est entré dans le calcul de ces nombres moyens quelques expériences qui auraient dû en être exclues, parce que les deux mouvements comparés n'avaient pas été exécutés dans des conditions absolument identiques. Pour la plupart de ces expériences, un peu défectueuses, la colonne des observations indique, en effet, que le travail négatif a manqué de régularité; il avait été plus prolongé dans les phases où le raccourcissement, plus prononcé, exige plus d'énergie et détermine ainsi un échauffement plus considérable.

» *Deuxième série d'expériences sur la comparaison de l'échauffement du biceps dans le cas de travail positif et de travail négatif correspondant.* — Le sujet sur qui ces expériences ont été faites soulevait ou abaissait, dans les mêmes conditions et de la même manière que ci-dessus, un poids de 5^{kg}. Il y eût neuf expériences couplées, accomplies aussi régulièrement que possible. Dans toutes encore, l'échauffement correspondant au travail négatif fut moindre que celui du travail positif; de plus, l'écart se montra plus considérable que dans la première série :

Échauffement moyen produit par le travail positif........	0°,121
» » produit par le travail négatif.......	0°,093

(1) Ces chiffres figurent à la page 169 de mon livre. Je dois faire remarquer que Fick (*Archiv. f. d. Ges. Physiol.* Bd. 51), dans la critique expérimentale à laquelle il a soumis mes recherches, les a discutées sans tenir compte de cette importante série d'expériences.

» Ainsi, tandis que les expériences de la première série donnaient dans le travail négatif les 0,88 de la chaleur fournie par le travail positif, la proportion dans la série actuelle descendait à 0,77. Le fait de l'échauffement moindre, en cas de travail négatif, s'y était donc manifesté d'une manière absolument indiscutable. Je n'en suis pas moins resté dans un certain état de défiance à l'égard de la valeur de ces expériences sur le biceps de l'homme, à cause de la somme minime de travail mécanique qui y est effectué. Aussi attendais-je, avant de me prononcer définitivement, l'exécution des expériences nouvelles dont j'ai donné le programme dans mon Livre (p. 193 à 201), expériences à l'aide desquelles on devait déterminer la différence d'échauffement qui peut résulter du travail positif et du travail négatif, accomplis par un sujet qui élève ou abaisse son propre poids, en montant un escalier ou en le descendant.

» *Comparaison de l'échauffement du muscle triceps crural dans les cas de travail positif et de travail négatif correspondant, pendant la montée et la descente d'un escalier.* — Diverses circonstances m'ont empêché de réaliser complètement le plan que je m'étais tracé pour cette étude. L'influence qu'exerce respectivement sur la thermogénèse la montée et la descente d'un escalier n'a pu être examinée que dans un seul cas, celui où la différence d'échauffement est mesurée sur le triceps crural d'un sujet qui s'élève à une hauteur de $9^{m},50$ ou qui en descend, en s'aidant d'un seul membre, auquel est adapté l'appareil thermométrique. (Les détails sont indiqués dans le livre.) J'exécutai sur moi-même ces expériences. Quelques-unes, en très petit nombre, étaient déjà faites avant la publication de mon Ouvrage. Les autres furent exécutées après, dans le mois de mai 1891. Je voulais, avant de publier ces expériences, en grossir le nombre; de plus, j'attendais d'être renseigné sur celles que je m'étais proposé de faire faire par d'autres sujets, non plus en mesurant l'échauffement d'un seul muscle, mais bien celui de tout le corps par la prise de la température rectale, pendant un travail de montée et de descente beaucoup plus considérable. Détourné par d'autres travaux, je n'ai pu satisfaire ni à l'un ni à l'autre de ces *desiderata*. Je me résous donc à donner tels quels les résultats que je possède. Ils sont, du reste, absolument identiques à ceux que j'avais obtenus sur le biceps.

» L'expérience consistait à monter et à descendre alternativement un escalier, en accomplissant exactement les mêmes mouvements dans le même temps (cinq minutes) et en opérant la descente à reculons pour assurer l'identité des mouvements par la conservation de la même attitude dans les deux cas.

» J'opérais le matin, à jeun, en laissant entre les diverses opérations de montée et de descente, un intervalle de repos suffisant pour la récupération d'un équilibre à peu près convenable de température. Dix matinées ont été consacrées à ces déterminations. Chaque séance a eu une durée d'environ quatre heures, pendant lesquelles on a pu faire de 4 à 8 déterminations, suivant les cas, c'est-à-dire selon la rapidité avec laquelle la fixité de la température de départ était retrouvée. Il y a eu en tout 29 opérations de montée et autant de descente. On commençait tantôt par celle-ci, tantôt par celle-là. Toutes les opérations ne furent pas absolument bonnes. Je ne me donnai pas la peine de faire les lectures thermométriques dans les cas, au nombre de 11, où les deux opérations couplées à comparer entre elles ne furent pas exécutées dans des conditions absolument identiques.

» En somme, il est resté 18 montées et 18 descentes accomplies avec une régularité suffisante. Ici encore, dans tous les cas sans exception, la descente a déterminé un échauffement moindre que la montée. Voici la moyenne des chiffres obtenus :

Échauffement pendant la montée	0°,310	
» descente	0,239	
Différence	0,071	en plus à la montée

» D'où il résulte qu'il n'y a aucun doute à avoir sur l'exactitude du fait constaté par moi en 1890, dans mes expériences avec le muscle biceps, à savoir que le travail négatif produit un moindre échauffement que le travail positif.

» Voilà les faits. Quelle interprétation doivent-ils recevoir? C'est ce que je me propose d'examiner dans une prochaine Communication. »

AGRONOMIE. — *Contribution à l'étude de la terre arable. Quantités d'air et d'eau contenues dans les mottes de terre;* par M. **P.-P. Dehérain**.

« Bien que j'aie déjà signalé à l'Académie (¹) l'énergie qu'acquiert la nitrification dans des terres réduites en poudre et maintenues humides, je lui demande la permission de revenir encore aujourd'hui sur ce sujet, pour indiquer, plus complètement que je ne l'avais fait dans mes précédentes

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1091; 1893. *Annales agronomiques*, t. XIX, p. 401; 1893.

Communications, à quelles causes il faut attribuer la nitrification excessive des terres bien pulvérisées.

» Comme je l'avais fait déjà, il y a quelques années, j'ai suivi de nouveau, au printemps dernier, la formation des nitrates dans des lots de 50^{kg} de terres qui n'avaient reçu aucune fumure, mais qui étaient étalées sur le sol du bâtiment de la station agronomique de Grignon. A l'aide d'arrosages on a maintenu ces terres humides et, en les remuant au râteau, on a pu les conserver en poudre. L'expérience a été commencée le 23 mars, on a dosé dans des échantillons de 100^{gr} prélevés successivement les quantités suivantes d'azote nitrique :

Azote nitrique apparu dans 100^{gr} *de terre.*

	Terre de la Guadeloupe.	Terre de Seine-et-Marne.
	mgr	mgr
11 avril	0,94	1,36
18 »	2,03	3,13
25 »	4,38	6,88
2 mai	16,50	11,90
15 »	31,25	15,00
22 »	37,50	20,00
30 »	39,40	22,50
17 juin	68,75	31,25

» Si l'on pouvait maintenir des sols en place dans des conditions aussi favorables, on obtiendrait pour la terre de la Guadeloupe 687^{gr} d'azote nitrique par tonne, et 312^{gr} pour celle de Seine-et-Marne; et, en supposant qu'on puisse pulvériser et maintenir humide la terre jusqu'à une profondeur de 8^{cm}, ce qui représenterait pour le sol d'un hectare un poids de 1000 tonnes, on trouverait pour la terre de la Guadeloupe 687^{kg} d'azote nitrique, et 312^{kg} pour la terre de Seine-et-Marne, c'est-à-dire infiniment plus qu'il n'est nécessaire pour nourrir les récoltes les plus exigeantes.

» La nitrification est bien loin de se produire avec une énergie semblable dans les terres en place, puisqu'on n'atteint les hauts rendements qu'en distribuant du nitrate de soude.

» En cherchant à quelles causes il convient d'attribuer les différences dans l'activité de la nitrification observées dans les terres étalées à l'abri et dans les terres en place, on remarque tout d'abord que leur aspect n'est pas le même. Tandis que la terre à l'abri n'a reçu que des arrosages modérés qui l'ont laissée en poudre, les terres en place sont en mottes plus ou moins grosses. Quand arrivent, en effet, des pluies violentes, les

molécules de terre se soudent les unes aux autres et forment des masses continues qui se fendillent au moment de la dessiccation et restent en mottes, et je me suis demandé si dans ces mottes, qui forment la partie superficielle du sol, les quantités d'air et d'eau se trouvaient en proportions favorables à une nitrification active.

» Boussingault et Lévy, il y a une cinquantaine d'années (¹), M. Schlœsing fils récemment (²) ont étudié l'atmosphère de la terre arable ; ils ont trouvé qu'elle était formée d'air dans lequel une fraction, habituellement assez faible, d'oxygène était remplacée par de l'acide carbonique. Si intéressantes que soient ces recherches, elles ne nous donnent aucune indication sur la quantité d'air que renferme la terre et particulièrement les mottes qui s'y forment pendant la dessiccation.

» Pour savoir comment l'air et l'eau y sont répartis, j'ai adopté, après plusieurs tâtonnements, la méthode suivante : on entaille au couteau des mottes de terre de façon à pouvoir les faire pénétrer dans un petit flacon à large ouverture, qu'on remplit ensuite de mercure; on déplace ainsi l'air qui enveloppe la terre, sans faire sortir les gaz qu'elle renferme, car si l'on vide le flacon et qu'on pèse la motte qui a été noyée dans le mercure, on ne la trouve pas plus lourde qu'auparavant, le mercure n'y a pas pénétré.

» Le flacon est fermé à l'aide d'un bon bouchon de caoutchouc, muni d'un tube à robinet de verre, auquel on a soudé un tube de 1^{cm} de diamètre et de 12 à 15^{cm} de hauteur qui se termine par un tube à gaz coudé.

» Quand le flacon renfermant la terre est rempli de mercure et qu'on reconnaît que tout le gaz extérieur à la terre a été expulsé, on ferme avec le bouchon, le robinet étant ouvert; le mercure poussé par la pression du bouchon s'élève dans le tube; on ferme alors le robinet et, en penchant le flacon, on fait couler le mercure qui surmonte le robinet; on lie le tube à la trompe à mercure à l'aide d'un caoutchouc à vide; on actionne la trompe et l'on fait le vide dans les espaces nuisibles. Quand le bruit du mercure annonce que le vide est obtenu, on place une cloche sur le tube abducteur de la trompe et l'on entr'ouvre le robinet de verre. Les gaz de la terre s'échappent, on les entraîne, on les recueille, pour les mesurer et les analyser; c'est de l'air avec des traces non dosables d'acide carbonique.

» Peut-on par cette méthode obtenir tous les gaz contenus dans les mottes de terre? Pour le savoir, j'ai opéré par une autre méthode; on rem-

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. XXXVII, p. 5.
(²) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 618-673.

plit de mercure une cloche à gaz munie d'une douille fermée par un bouchon en caoutchouc et un tube qu'on peut fermer avec un caoutchouc et une baguette de verre; on y fait passer une motte de terre; s'il y a de l'air entraîné, on enfonce la cloche dans le mercure, on enlève la baguette qui ferme le caoutchouc, le gaz s'échappe; on remet la baguette en place, puis on introduit assez d'eau pour délayer la terre, l'air s'échappe en petites bulles; on transporte sur la cuve à eau et l'on peut recueillir et mesurer les gaz expulsés de la terre; on obtient ainsi des nombres très voisins de ceux que donne l'extraction à la trompe.

» Si l'on prend la précaution de déterminer l'eau que renferment les terres d'où on a extrait les gaz, on remarque, ce qu'il était facile de prévoir, que la terre est d'autant plus aérée qu'elle est plus sèche, et réciproquement; si l'on fait la somme des deux quantités calculées pour 100^{gr}, on trouve, quand on opère sur le même sol, des nombres très voisins; les quantités d'air et d'eau sont complémentaires.

» Voici quelques déterminations qui se rapportent aux terres de Grignon :

Eau et air contenus dans 100^{gr} *de terre de Grignon.*

Volume du gaz extrait à la trompe.	Eau perdue par la dessiccation à 110°.	Sommes de l'air et de l'eau.
cc	cc	cc
13,7	9,0	22,7
7,5	16,0	23,5
19,2	5,0	24,2
12,0	14,0	26,0
16,0	10,0	26,0
21,8	4,0	25,0

» Les échantillons qui ont fourni les nombres précédents ont été pris dans les champs, après les pluies ou les sécheresses; quand la terre est très humide, on n'y trouve presque plus d'air : ainsi, d'une motte très mouillée, pesant 100^{gr}, on n'a tiré que $0^{cc},7$ de gaz.

» Pour mieux voir que l'air ne pénètre dans la terre qu'autant que l'eau s'en échappe, j'ai opéré autrement; des terres de diverses origines ont été bien mouillées, façonnées en mottes pouvant pénétrer dans le flacon, puis abandonnées pendant quelques jours, jusqu'à ce qu'elles aient acquis assez de consistance pour ne pas se briser; on y détermine à ce moment l'air et l'eau, puis, après quelques jours de dessiccation, on répète les dosages.

» On a obtenu ainsi les nombres suivants :

Eau et air contenus dans 100gr de terre de diverses origines.

Origine des terres.		Volume du gaz extrait à la trompe.	Eau perdue par la dessiccation à 110°.	Somme de l'air et de l'eau.
		cc	gr	
Guadeloupe.	Humide ...	7,2	19,8	27,0
	Sèche	18,0	9,5	27,5
Wardrecques (Pas-de-Calais).	Humide ...	3,4	15,0	18,4
	Sèche	15,4	3,2	18,6
Blaringhem (Nord).	Humide ...	4,9	11,5	16,4
	Sèche	14,3	2,9	17,2

» On voit que, pour la même terre, la somme de l'eau et de l'air reste constante, mais que cette somme varie d'une terre à l'autre; les terres de Wardrecques et de Blaringhem, plus compactes que la terre de la Guadeloupe, renferment moins d'air et moins d'eau qu'elle n'en retient.

» Pour que la nitrification s'établisse, l'air et l'eau sont nécessaires, il faut que la terre soit humide et aérée.

» Or, si nous considérons cette motte de terre, nous trouvons qu'il n'y aura qu'un temps assez court pendant lequel l'air et l'eau se trouvent en proportions favorables; après la pluie, la terre est très humide, l'aération insuffisante; bientôt l'eau s'évapore, l'air pénètre, et pendant quelques jours, quelques semaines peut-être, les proportions d'air et d'eau sont favorables, mais la dessiccation continue, et bientôt elle est telle que la nitrification s'arrête. Il n'en est pas ainsi dans une terre en poudre, l'aération est toujours assurée, et s'il survient une pluie modérée, trop peu abondante pour que la terre s'agglutine, les conditions favorables à la nitrification sont réalisées; c'est parce que nos terres restaient en poudre fine et qu'elles étaient maintenues humides dans la station de Grignon qu'elles ont fourni des quantités de nitrates infiniment supérieures à celles qu'exigent les plus fortes récoltes.

» Les cultivateurs ont reconnu depuis longtemps les avantages qu'ils tirent d'une terre bien pulvérisée; pour la maintenir à cet état, ils s'astreignent à un travail incessant; en effet, chaque fois que survient une pluie violente, les molécules de terre roulent les unes sur les autres, se soudent et au moment de la dessiccation reforment des mottes qu'il faut briser de nouveau.

» Quand la pulvérisation est complète, les chances de voir apparaître une forte proportion de nitrates augmentent, mais la réussite est encore à la merci de pluies opportunes.

» La réussite n'est certaine que lorsqu'au travail constant du sol se joignent les arrosages ; c'est là ce qui est réalisé dans la culture maraîchère qui, chaque année, produit sur le même sol plusieurs récoltes.

» J'ai été aidé avec beaucoup de zèle dans ce travail par M. Crochetelle, répétiteur, et par M. Marcille, chimiste de la station agronomique de Grignon. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits d'oxydation du benzylidènecamphre et du benzylcamphre. Nitrosate ou nitronitrite de benzylidènecamphre;* par M. **A. Haller**.

« Bien que le benzylidènecamphre et ses homologues ([1]) ne se combinent pas au brome, nous ne leur attribuons pas moins la formule générale

$$C^8H^{14}\left\langle \begin{array}{l} C = CH.C^6H^5 \\ | \\ CO \end{array} \right. \quad \text{et} \quad C^8H^{14}\left\langle \begin{array}{l} C = CH - R \\ | \\ CO \end{array} \right. ,$$

où R représente un radical aromatique, $C^6H^4 - CH^3$, $C^6H^4C^3H^7$, $C^6H^4OCH^3$, etc., formule qui en fait des composés non saturés. Les recherches qui suivent, ainsi que le mode de synthèse de ces corps, justifient notre manière de voir.

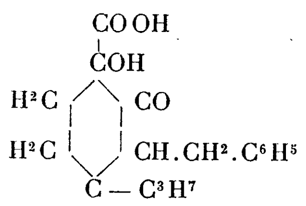
» Ces recherches ont eu primitivement pour but :

» 1° La préparation de dérivés nitrés des alcoylcamphres aromatiques. La présence d'un noyau benzénique dans ces molécules nous a fait espérer de pouvoir y introduire un ou plusieurs groupes AzO^2 et de nous servir ensuite des dérivés nitrés obtenus, pour pousser plus avant l'étude de ces corps. Comme on le verra dans la suite, le benzylidènecamphre, le benzylcamphre, comme le camphre lui-même, ne se prêtent point à cette substitution;

» 2° De soumettre ces composés à l'influence de divers agents oxydants, dans l'intention d'obtenir des produits d'oxydation renfermant et le noyau du camphre et le noyau aromatique.

([1]) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 22.

» La fonction de l'acide camphorique comme acide dicarboxylé ayant été mise en doute par M. Friedel, il devenait en effet intéressant de s'assurer comment se comportent les alcoylcamphres vis-à-vis des agents oxydants. Si l'acide $C^{10}H^{16}O^4$ doit sa fonction de molécule bibasique aux groupements CO, OH, CO^2H, on pouvait espérer qu'une oxydation ménagée du benzylcamphre conduirait à un acide benzylcamphorique de la formule



» Admet-on au contraire que l'acide camphorique est un acide dicarboxylé, il est difficile de concevoir la formation d'un acide benzylcamphorique en partant du benzylcamphre.

» Sans doute l'argument n'est pas péremptoire contre la manière de voir de M. Friedel, car on pourrait admettre que l'oxydation a d'abord pour effet de donner naissance à un acide benzoylcamphorique qui, dans les conditions de l'expérience, se scinde en acides benzoïque et camphorique. Nous nous bornerons donc à montrer que, sous l'influence des agents oxydants, les composés étudiés ne donnent pas d'acide camphorique substitué.

» *Action de l'acide azotique sur le benzylidènecamphre.* — Quand on traite une dissolution de ce corps dans de l'acide acétique cristallisable, par de l'acide azotique fumant, et qu'on chauffe au bain-marie, il se produit quelquefois, surtout quand l'acide renferme des vapeurs nitreuses, un dépôt de paillettes blanches, cristallines, peu solubles dans l'alcool même chaud, solubles dans la benzine bouillante. Ce corps fond à 183° et est inattaquable par une solution de carbonate de soude.

» Réduit par l'étain et l'acide chlorhydrique, il régénère le benzylidènecamphre avec ses propriétés primitives.

» La composition de ce corps, $C^{17}H^{18}Az^2O^5$, son mode de formation et les quelques propriétés observées, nous ont conduit à le considérer, soit comme un dérivé analogue à celui que M. Guthrie [1] a obtenu avec l'a-

---

(1) *Ann. der Chemie,* t. CXVI, p. 284; t. CXIX, p. 84.

mylène, soit comme un composé du genre de ceux que M. Gabriel ([1]) a préparés en partant du benzylidènephtalide, du stilbène et de l'acide cinnamique. M. Vallach ([2]), qui a étudié ces composés d'une manière plus approfondie, à l'occasion de dérivés semblables obtenus avec les terpènes, les divise en *nitrosates* et en *nitronitrites*, suivant qu'ils renferment les groupements $O.AzO^2 + AzO$ ou $AzO^2 + OAzO$. Sans nous prononcer encore sur la catégorie à laquelle appartient notre dérivé, nous pouvons cependant admettre qu'il possède la formule

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} C.Az^2O^4.CH.C^6H^5 \\ | \\ CO \end{array}\right. .$$

» Un autre mode de formation de ce composé, calqué sur celui du nitrosate d'amylène ([3]), vient en effet à l'appui de notre manière de voir. Du benzylidènecamphre, dissous dans de l'acide cristallisable, fut additionné de la quantité théorique d'azotite d'amyle et d'acide azotique fumant, et le mélange fut légèrement chauffé au bain-marie. Le dérivé nitré ne tarda pas à se déposer en paillettes blanches, qu'une cristallisation dans le benzène permit d'obtenir parfaitement pures et fondant à 183°.

» Chauffe-t-on pendant plusieurs jours du benzylidènecamphre avec de l'acide azotique concentré, on obtient une masse jaunâtre, visqueuse, cédant des acides à une solution de carbonate de soude. Ces acides, ainsi que ceux qui restent dans les eaux mères, sont constitués par un mélange d'acides camphorique et nitrobenzoïque para fondant à 236°-238°. On peut les séparer par une série de cristallisations fractionnées ou, mieux encore, en chauffant le mélange desséché avec un excès de chlorure d'acétyle. Dans ces conditions, l'acide camphorique passe à l'état d'anhydride, insoluble dans le carbonate de soude, tandis que l'acide para-nitrobenzoïque fournit un anhydride, décomposable par l'eau bouillante et par les solutions alcalines.

» Le produit jaunâtre visqueux soumis à un nouveau traitement à l'acide azotique, fournit encore les mêmes produits d'oxydation.

» *Action du permanganate de potasse sur le benzylidènecamphre.* — Dans

---

([1]) *Deut. chem. Ges.*, t. XVIII, p. 1251, 2435; t. XIX, p. 837.
([2]) *Ibid.*, t. CCXLI, p. 290.
([3]) *Ibid.*, t. CCXLVIII, p. 162.

le but d'obtenir le glycol

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}COH.CHOH.C^6H^5\\ \quad | \\ CO\end{array}\right.$$

on a traité à froid, jusqu'à décoloration complète de la liqueur, du benzolcamphre avec une solution étendue de permanganate de potasse. Au lieu du composé cherché, on n'a pu isoler que de l'acide benzoïque et de l'acide camphorique. Quand on opère à chaud, à la température du bain-marie, on observe la même réaction.

» *Action de l'acide azotique sur le benzylcamphre.* — Une solution de benzylcamphre dans l'acide acétique cristallisable ne donne pas de dérivé nitré quand on la traite par de l'acide azotique fumant. Après élimination des acides, on ne peut retirer qu'un produit d'un jaune foncé, visqueux et incristallisable.

» Opère-t-on à chaud et sans acide acétique, le benzylcamphre se comporte comme le benzylidènecamphre, en donnant naissance à de l'acide paranitrobenzoïque et à de l'acide camphorique. L'oxydation du produit visqueux, qui se forme au début, est aussi laborieuse que dans le cas du benzolcamphre, et il faut plusieurs jours de traitement pour qu'elle soit complète. Indépendamment des deux acides signalés plus haut, il se forme de petites quantités d'autres composés, solubles en jaune dans les alcalis et qui sont, sans doute, des produits d'oxydation plus avancés, ou des dérivés nitrés de l'acide para-nitrobenzoïque.

» *Action du permanganate de potasse sur le benzylcamphre.* — Cette oxydation a été faite au bain-marie, avec une solution de 1 pour 100 de permanganate, soit en acidulant de temps à autre la dissolution avec de l'acide sulfurique étendu, soit en faisant passer dans la liqueur un courant d'acide carbonique, pendant toute la durée de l'opération. Le résultat a toujours été le même; on n'a isolé qu'un mélange d'acide camphorique et d'acide benzoïque, qu'on a séparés en les transformant au préalable en anhydrides, au moyen du chlorure d'acétyle.

» En résumé, benzylidène et benzylcamphre, soumis à l'action des agents oxydants, subissent une rupture au point d'attache du radical aromatique, et les deux noyaux se comportent alors dans le milieu oxydant comme s'ils étaient libres.

» Nous continuons cette étude des camphres alcoylés et nous nous proposons d'obtenir des dérivés nitrés par d'autres voies. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes pour l'année précédente.

MM. Maurice Lévy et Mascart réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Géométrie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Neumann*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 37,

M. Schwarz obtient	. . . .	33 suffrages.
M. Cremona »	. . . .	2 »

Il y a deux bulletins blancs.

M. Schwarz, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est nommé Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Botanique, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Pringsheim*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 37,

M. le baron de Müller obtient	. . . .	34 suffrages.
M. Sachs »	. . . .	1 »

Il y a deux bulletins blancs.

M. le baron de Müller, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est nommé Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Médecine et Chirurgie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Carl Ludwig*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 30,

M. Engelmann obtient. . . . . 29 suffrages.
M. Heidenhain » . . . . 1 »

M. **Engelmann**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est nommé Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE. — *Nouvel instrument (Tachéographe) servant au trace direct et au levé direct du terrain.* Note de M. **Schrader**, présentée par M. Daubrée.

« Le bienveillant intérêt que l'Académie a bien voulu témoigner à mes travaux pyrénéens me fait un devoir de lui en communiquer la suite.

» Pendant les années consacrées à la préparation de ma Carte des Pyrénées, et surtout pendant les heures de pluie ou de brume, il m'arrivait fréquemment de me demander s'il ne me serait pas possible d'arriver, comme l'ont tenté MM. Peaucellier et Wagner, mais par des moyens simplifiés, à obtenir le tracé du terrain sans aucune construction, par le seul fait de la transformation mécanique de chaque visée en ses deux coordonnées, horizontale et verticale? Ce mode de levé, peu pratique dans les pays de montagnes où les sommets des triangles sont souvent des points inaccessibles, serait en revanche le plus utile et le plus rapide dans les pays de plaines ou de collines, les plus étendus et les plus habités de tous. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie l'instrument à l'aide duquel j'ai pu résoudre ce problème, et dont le principe est si élémentaire que je me suis demandé, après l'avoir amené au degré de simplicité qu'il possède aujourd'hui, comment il ne s'était pas présenté dès l'origine à l'esprit des premiers topographes.

» Tout rayon visuel pouvant être considéré, sauf corrections ultérieures, comme l'hypoténuse d'un triangle rectangle, dont les deux autres côtés représentent respectivement la différence de hauteur et la distance horizontale entre le point de visée et le point visé, le problème se réduisait à imaginer une disposition au moyen de laquelle un triangle rectangle proportionnel au triangle réel se produirait à chaque instant et par le seul fait

de la visée, la proportion des deux triangles correspondant, pour chaque série d'opérations, à l'échelle de la Carte proposée.

» Construire, à l'aide de règles glissant les unes contre les autres dans un plan vertical, parallèle au rayon visuel, un triangle rectangle dont l'angle droit seul serait rigide, les trois côtés et les deux autres angles demeurant variables, ne présentait aucune difficulté ni, à la rigueur, aucune nouveauté.

» Il n'en était pas de même pour l'organe destiné à établir mécaniquement la proportionnalité des deux triangles. Mais ici encore, après de longues recherches, j'ai fini par réussir, en éliminant de ma construction tout ce qui ne constituait pas le fond même de l'opération de la visée. Je m'explique : les dimensions apparentes d'un même objet, d'une mire par exemple, étant inversement proportionnelles à la distance de cet objet, j'ai rendu également variable l'écartement de deux fils parallèles placés dans le champ de ma lunette et disposés perpendiculairement à un autre fil fixe. J'ai d'autre part armé celle des trois règles de mon triangle rectangle qui représente l'hypoténuse, et qui par conséquent est parallèle à l'axe optique de ma lunette, d'une sorte de came longitudinale, dont la courbure a été calculée, par une opération élémentaire (division d'une constante représentant l'écartement maximum des fils mobiles par les distances successives), de telle sorte que, suivant la plus ou moins grande longueur de l'hypoténuse, l'intervalle des fils fût réglé par la poussée des différentes sections de la came. Il est aisé de comprendre, d'après la courbure de la came, que cet intervalle coïncidera avec l'écartement apparent des voyants d'une mire mobile, chaque fois que la longueur de la règle hypoténuse et la longueur de la visée se trouveront dans le rapport du triangle artificiel au triangle réel.

» Le résultat est que pour chaque visée, une fois l'échelle réglée par l'écartement des voyants, on n'a plus qu'à diriger le rayon visuel vers la mire et à amener les deux fils du micromètre en contact avec les voyants, pour recueillir : 1° par la règle horizontale divisée, la lecture de la distance, et le tracé automatique de cette même distance effectué sur un plateau circulaire par un crayon ou un stylet situé dans le prolongement du côté vertical; 2° sur ce côté vertical, également divisé, la lecture directe de la différence de niveau, qui peut s'inscrire instantanément à côté de la distance planimétrique. Les éléments du plan ou de la Carte sont ainsi recueillis par la visée même, et les opérations ou les calculs précédemment en usage pour obtenir les points ainsi déterminés sont supprimés,

n'ayant plus aucune utilité. Le complément du dessin se fait sur le terrain même par le simple raccordement des points automatiquement tracés. En raison de l'instantanéité des opérations et de l'obtention d'un tracé graphique, j'ai donné au nouvel instrument le nom de *tachéographe*.

» J'appellerai l'attention de l'Académie sur deux ou trois points spéciaux. L'opération consistant en un contact et non plus en une lecture, les erreurs de lecture sont supprimées *ipso facto*. J'ai toutefois conservé dans l'instrument les organes destinés à lire la mesure des angles, pour les cas où cette mesure serait intéressante à noter à côté du résultat direct.

» Suivant en cela les conseils de mon vénéré ami le colonel Goulier, j'ai disposé les voyants de ma mire de façon à obtenir la coïncidence, non par recouvrement, mais par bissection.

» J'ai également divisé ma came en plusieurs sections de rayon variables se rapportant à des voyants d'écartements divers, de façon à obvier à l'accroissement d'erreur qui, sans cela, se serait produit avec l'accroissement de distance.

» En donnant, à l'aide d'une simple vis de pression, une longueur déterminée au côté vertical du triangle rectangle, on obtient un avantage précieux. Tous les points situés sur les lignes de visée qui correspondent à cette différence de hauteur jouissent par cela même de la propriété d'être situés sur un même plan horizontal; le tracé des courbes de niveau peut dès lors s'effectuer directement et s'inscrire graphiquement par des points aussi rapprochés qu'on le désire. En faisant varier successivement la longueur du côté vertical, on obtient la détermination de courbes de niveau successives sans changer de station.

» L'instrument que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a été construit par M. Balbreck.

» La construction de la came et la division longitudinale des règles ont été faites avec la plus grande perfection par M. Carpentier, l'éminent successeur de Ruhmkorff, à qui je ne saurais adresser assez de remercîments. M. Carpentier a poussé le scrupule jusqu'à établir, pour la vérification des épaisseurs successives des sections transversales de la came, un palmer qui permet de mesurer ces épaisseurs à un micron près.

» La manœuvre du tachéographe, on le devine, est d'une extrême simplicité.

» Les résultats obtenus jusqu'à présent indiquent un degré de précision supérieur à celui qu'on demande généralement aux tachéomètres; l'erreur d'estime varie entre $\frac{1}{2000}$ et $\frac{1}{4000}$ de la distance; mais j'espère arriver bientôt

à une erreur sensiblement moindre; cette ambition ne paraîtra peut-être pas exagérée puisque les erreurs de lecture, de transcription et de construction sont toutes éliminées à la fois par la mesure directe, la construction directe et le tracé direct. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Fréd. Hesselgren** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur une gamme musicale à sons fixes, basée sur la vraie gamme naturelle ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. **Backlund**, nommé Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Laveran**, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et de Chirurgie, adresse ses remercîments à l'Académie.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes tracées sur une surface et dont la sphère osculatrice est tangente en chaque point à la surface.* Note de M. **E. Cosserat**, présentée par M. Darboux.

« Les courbes tracées sur une surface et dont la sphère osculatrice est tangente en chaque point à la surface ont été considérées pour la première fois par M. Darboux [1] qui, après avoir établi ce fait curieux que leur équation différentielle est du second ordre seulement, a intégré cette équation dans le cas des quadriques et dans celui des cyclides; M. Enneper [2] a ensuite indiqué, dans le cas où la surface est une qua-

---

(1) G. Darboux, *Des courbes tracées sur une surface et dont la sphère osculatrice est tangente en chaque point de la surface* (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 732; 1871).

(2) A. Enneper, *Bemerkungen über die Differentialgleichung einer Art von Curven auf Flächen* (*Göttinger Nachrichten*, p. 577-583; 1891).

drique, une propriété géométrique des courbes précédentes que nous désignerons dans ce qui suit sous le nom de *courbes* (*D*); enfin, Ribaucour a rattaché ([1]) la détermination des courbes (D) sur les cyclides à sa théorie des surfaces pour lesquelles les lignes (D) peuvent être accouplées et a montré ([2]) que si l'on trace sur une surface (S) une courbe (D), chacun des plans osculateurs de cette courbe coupe (S) suivant une section surosculée par un cercle.

» Nous avons cherché à étendre le nombre des surfaces sur lesquelles on peut déterminer les courbes (D) en nous inspirant des recherches faites sur les ds^2 pour lesquels on détermine les géodésiques. Si, sur une surface rapportée à un réseau coordonné (u, v), nous définissons les géodésiques par l'équation

$$d\omega + r\,du + r_1\,dv = 0,$$

où nous adoptons, ainsi que dans tout ce qui va suivre, les notations du Livre V des *Leçons* de M. Darboux, et si nous nous proposons de trouver une fonction φ de u et de v telle que *toutes* les courbes intégrales de l'équation différentielle du premier ordre

$$\omega = \varphi \tag{1}$$

soient des géodésiques, on trouve immédiatement, en supposant le réseau (u, v) orthogonal, pour simplifier l'écriture, et en tenant compte des équations de Codazzi, que la fonction φ est définie par l'équation

$$\frac{\partial(\mathrm{A}\cos\varphi)}{\partial v} = \frac{\partial(\mathrm{C}\sin\varphi)}{\partial u} \tag{2}$$

qui, en introduisant une inconnue auxiliaire θ dont les deux dérivées partielles sont respectivement $\mathrm{A}\cos\varphi$ et $\mathrm{C}\sin\varphi$, conduit à la suivante :

$$\Delta\theta = \frac{1}{\mathrm{A}^2}\left(\frac{\partial\theta}{\partial u}\right)^2 + \frac{1}{\mathrm{C}^2}\left(\frac{\partial\theta}{dv}\right)^2 = 1, \tag{3}$$

qui sert de base à la méthode de Jacobi.

» Cherchons, de même, à déterminer une fonction φ de u et de v telle que *toutes* les courbes intégrales de l'équation différentielle du premier ordre (1) soient des courbes (D); rapportons la surface à ses lignes de

---

([1]) A. Ribaucour, *Notice sur ses travaux mathématiques*, p. 26; 1873.

([2]) A. Ribaucour, *Propriétés de courbes tracées sur les surfaces* (*Comptes rendus*, t. LXXX, p. 642; 1875).

courbûre et désignons par a et a' les inverses des rayons de courbure principaux R et R'; nous obtenons, pour déterminer φ, l'équation

$$(4) \qquad \frac{\partial}{\partial v}[A(a'-a)\sin^3\varphi] = \frac{\partial}{\partial u}[C(a'-a)\cos^3\varphi]$$

qui conduirait à une équation analogue à (3) par l'emploi d'une inconnue auxiliaire.

» *La théorie des courbes* (D), *de M. Darboux, dépend surtout, on le voit, des deux fonctions* $A(a'-a)$ *et* $C(a'-a)$.

» Laissant de côté, pour le moment, la considération de ces fonctions dont la substitution à A et à C dans les équations de Codazzi conserve à ces dernières leur forme simple, nous voyons que si l'on connaît une solution de l'équation (4) renfermant une constante arbitraire, l'intégration de l'équation (1) donnera des courbes (D) dépendant de deux constantes arbitraires.

» Si donc on veut déterminer des cas où la détermination des courbes (D) pourra, soit s'effectuer, soit se simplifier, il suffit de reprendre pour l'équation (4) la théorie des intégrales de forme déterminée exposée pour les géodésiques au Livre VI des *Leçons* de M. Darboux.

» Nous dirons qu'une fonction $f(\cos\varphi, \sin\varphi, u, v)$, homogène et de degré m par rapport à $\cos\varphi$, $\sin\varphi$, est une *intégrale homogène de degré m*, si, pour toutes les valeurs de la constante k, la fonction φ tirée de l'équation

$$f(\cos\varphi, \sin\varphi, u, v) = k$$

satisfait à l'équation (4).

» Cette définition étant posée, on peut énoncer la proposition suivante qui met en évidence des surfaces dont on peut déterminer les courbes (D) :

» *Les surfaces pour lesquelles le problème de la recherche des courbes* (D) *admet une intégrale entière homogène du premier degré sont celles pour lesquelles toutes les lignes de courbure sont des cercles géodésiques; la cyclide de Dupin et les surfaces, telles que le tore, dans lesquelles elle peut dégénérer, sont les surfaces pour lesquelles il existe une infinité de pareilles intégrales.*

» Il est digne de remarque que les surfaces admettant une intégrale entière homogène qui est, soit du premier degré, soit du second degré, jouissent de la propriété que leurs courbes (D) sont accouplées; la proposition de Ribaucour, relative aux cyclides, conduit à la suivante :

» *Les quadriques et les cyclides sont des surfaces pour lesquelles le problème*

de la recherche des courbes (D) *admet une intégrale homogène entière du second degré.*

» Si l'on considère les courbes (D) passant par un point M d'une surface (S), leurs cercles osculateurs en M déterminent, en accord avec la remarque de Ribaucour, *tous* les cercles qui ont en ce point, avec la surface (S), un contact du troisième ordre; ils forment, ainsi que l'a montré M. Darboux, dans son beau Mémoire *Sur le contact des courbes et des surfaces*, une surface (Σ) du dixième degré admettant une ligne double du sixième ordre qui jouit d'une propriété remarquable.

» La surface (Σ) se décompose, quel que soit le point M choisi sur (S), si les lignes de courbure de cette dernière sont, au moins pour une famille, circulaires. Le cas de la cyclide de Dupin et des surfaces dans lesquelles elle peut dégénérer est digne d'intérêt; la surface (Σ) relative à un point M de (S) se décompose alors en deux sphères et en une surface du sixième degré qui est l'inverse d'une surface réglée du troisième degré; cette surface du sixième degré admet ainsi pour ligne double un cercle; *lorsque le point* M *décrit la cyclide de Dupin, ce cercle engendre un système cyclique et son axe détermine une congruence linéaire.* Ainsi s'établit un lien entre la cyclide de Dupin et la déformation infiniment petite du paraboloïde équilatère.

» Le développement des indications précédentes appartient à un travail dont une première partie paraîtra prochainement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux dérivées partielles.* Note de M. **Étienne Delassus**, présentée par M. Darboux.

« Étant donnée une équation linéaire, je dis qu'une ligne est singulière fixe du premier genre si elle est singulière pour un ou plusieurs coefficients; du deuxième genre si elle annule tous les coefficients de l'équation caractéristique; du troisième genre si, le long de cette ligne, l'équation caractéristique a deux racines qui se permutent. Je remarque, en outre, que toute ligne singulière fixe du deuxième genre peut être considérée comme une ligne polaire du premier genre et que, par suite, on peut toujours supposer que l'équation n'a pas de lignes singulières du deuxième genre.

» En outre, pour abréger, je dirai qu'un système linéaire complètement intégrable est de *première espèce* si son intégrale générale ne dépend que d'un nombre limité de constantes arbitraires; dans le cas contraire,

il sera de *seconde espèce*. Dans les deux cas, je représenterai par $F_1 F_2 \ldots F_q$ les équations indépendantes constituant le système, avec cette convention que les équations F d'un même ordre ne puissent jamais donner, par combinaison linéaire, une équation d'ordre inférieur. J'énoncerai les résultats suivants :

» *Des équations n'ayant en commun aucun système de caractéristiques, sont incompatibles ou donnent naissance à un système de première espèce.*

» *Si un système* $F_1 F_2 \ldots F_q$ *est de première espèce, les équations* F *n'ont en commun aucun système de caractéristiques et les intégrales analytiques du système ne peuvent avoir que des lignes singulières essentielles fixes, qui sont :*

» 1° *Les lignes singulières fixes du premier genre des équations* F ;

» 2° *Des lignes singulières auxiliaires, le long desquelles toutes les équations caractéristiques f ont une racine commune. Ces lignes ne sont caractéristiques pour aucune des équations* F *ou le sont pour toutes.*

» *Si des équations* F *forment un système de seconde espèce, elles ont en commun des systèmes de caractéristiques* que nous appellerons *les caractéristiques du système* et qui seront données par une équation $\Theta = 0$. Les équations caractéristiques des F seront de la forme $f\Theta = 0$ et l'on aura :

» *Dans une région où toutes les caractéristiques du système sont réelles, les intégrales analytiques ne peuvent avoir, comme lignes singulières mobiles, que ces caractéristiques et comme lignes singulières fixes que :*

» 1° *Les lignes singulières du premier genre des équations* F;

» 2° *Les lignes singulières du troisième genre relatives à* Θ;

» 3° *Des lignes singulières auxiliaires le long desquelles toutes les équations* $f = 0$ *ont une solution commune. Ces lignes ne sont caractéristiques pour aucune équation* F *ou le sont pour toutes.*

» En cherchant les intégrales qui traversent les singularités fixes d'un système, on trouve les résultats suivants :

» *Les intégrales analytiques d'un système traversent en général les singularités fixes du troisième genre de ce système. Il ne pourra en être autrement que si l'on impose des restrictions aux conditions initiales.*

» *Pour la recherche des intégrales traversant une ligne singulière fixe* L *du premier genre, on peut toujours remplacer le système considéré par un autre ne possédant pas* L *comme ligne singulière ou la possédant comme ligne polaire.*

» Soit $f(x, y)$ possédant une ligne singulière L et $f'(x', y')$ possédant la ligne singulière L', je dis que *les deux singularités* (f, L), (f', L') *sont du même genre*, s'il existe un changement de variables, analytique tout le long

de L, transformant L′ en L et $f'(x', y')$ en

$$\Theta(x, y) f(x, y) + \omega(x, y),$$

ω et Θ étant analytiques le long de L et Θ ne s'y annulant pas.

» Je dis qu'*une singularité* (f, L) *est de première catégorie* si toute équation linéaire ayant une singularité $(f' L')$ du même genre que (f, L) et distincte de ses singularités fixes possède forcément L′ comme caractéristique. Sinon la singularité sera de seconde catégorie.

» On obtient à ce sujet le théorème important :

» *Toute singularité* (f, L) *d'une équation* $F = 0$, *distincte de ses singularités fixes et située dans une région où* F *a toutes ses caractéristiques réelles, est de première catégorie.*

» En particulier, on obtient ainsi toutes les singularités du genre X qui comprennent les singularités du genre $\frac{1}{x^m}$, c'est-à-dire les singularités polaires pour lesquelles M. Appell avait déjà indiqué la propriété précédente.

» Au théorème précédent on peut ajouter la propriété complémentaire qui en résulte immédiatement :

» *Dans une région où toutes les caractéristiques sont imaginaires, les singularités mobiles des intégrales analytiques ont lieu le long de lignes quelconques et sont forcément de seconde catégorie.*

» Considérons les régions intermédiaires $r_1, r_2, \ldots, r_m$, l'indice indiquant le nombre des couples de racines imaginaires, les intégrales y auront des singularités mobiles de seconde catégorie; mais le long des caractéristiques réelles, il pourra arriver qu'une singularité soit de première catégorie. Le nombre des lignes le long desquelles ce fait peut se produire allant en diminuant quand on traverse les régions successives $r_1, r_2, \ldots, r_m$, on peut dire que *le degré de généralité des intégrales possédant, dans les régions successives* $r_1, r_2, \ldots, r_m$, *des singularités de première catégorie va en diminuant.*

» Ces théorèmes s'appliquent, sans aucune modification, aux systèmes de seconde espèce. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations différentielles ordinaires.* Note de M. **Alf. Guldberg**, présentée par M. Picard.

« La théorie d'intégration d'Euler repose, comme on sait, sur la détermination d'un multiplicateur, au moyen duquel on transforme l'équation différentielle donnée en une équation différentielle exacte. Cependant, la détermination de ce multiplicateur exige, pour les équations différentielles d'un ordre plus élevé que le premier, la solution d'équations aux dérivées partielles si compliquées que la méthode est difficilement réalisable. Mais il y a aussi d'autres fonctions qui possèdent la même propriété que le multiplicateur d'Euler et qui ont, en considérant l'équation différentielle comme une équation aux différentielles totales, au moins pour les équations d'un ordre plus élevé que le premier, un avantage indiscutable sur le multiplicateur d'Euler, en nous permettant de transformer l'équation différentielle donnée en une équation aux différentielles totales *complètement intégrable*.

» Je me permets de faire, dans les lignes qui suivent, quelques remarques sur ce sujet.

» Soit donnée l'équation différentielle du deuxième ordre

$$\text{(I)} \qquad F(y'', y', y, x) = 0,$$

où F est linéaire par rapport à y''. L'équation $F = 0$ peut s'écrire sous la forme d'une équation aux différentielles totales

$$R\,dy' + Q\,dy + P\,dx = 0,$$

où R, Q, P sont des fonctions de x, y, y'.

» En ajoutant l'identité

$$\alpha(y', y, x)\,dy - \alpha(y', y, x)y'\,dx = 0,$$

on aura

$$R\,dy' + (Q + \alpha)\,dy + (P - \alpha y')\,dx = 0.$$

» Supposons α choisi de manière que cette équation aux différentielles totales soit complètement intégrable, c'est-à-dire

$$(P - \alpha y')\left(\frac{\partial Q}{\partial y'} - \frac{\partial R}{\partial y} + \frac{\partial \alpha}{\partial y'}\right) + (Q + \alpha)\left(\frac{\partial R}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y'} + \alpha + y'\frac{\partial \alpha}{\partial y'}\right) + R\left(\frac{\partial P}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial x} - y'\frac{\partial \alpha}{\partial y} - \frac{\partial \alpha}{\partial x}\right) = 0;$$

en conséquence α sera déterminé par l'équation aux dérivées partielles

$$\text{(II)} \quad \left\{ \begin{aligned} & (P + y'Q)\frac{\partial\alpha}{\partial y'} - y'R\frac{\partial\alpha}{\partial y} - R\frac{\partial\alpha}{\partial x} + \alpha^2 \\ & \qquad + \alpha\left[Q + \left(\frac{\partial R}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y'}\right) + y'\left(\frac{\partial R}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial y'}\right)\right] + (PQR) = 0, \end{aligned} \right.$$

où

$$(PQR) = P\left(\frac{\partial Q}{\partial y'} - \frac{\partial R}{\partial y}\right) + Q\left(\frac{\partial R}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y'}\right) + R\left(\frac{\partial P}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial x}\right).$$

» Ayant déterminé α, on a l'équation aux différentielles totales *complètement intégrable*

$$\text{(III)} \qquad R\,dy' + Q\,dy + P\,dx = 0,$$

qui est identique avec l'équation différentielle (I). Une intégrale générale de l'équation aux différentielles totales (III)

$$\varphi(y', y, x) = \text{const.}$$

est évidemment une intégrale première générale de l'équation différentielle donnée (I).

» La détermination de la fonction additive α exige, comme on voit, une solution particulière ou *singulière* de l'équation aux dérivées partielles (II). Il y a ainsi bien des cas où l'on peut transformer l'équation différentielle donnée $F = 0$ en une équation aux différentielles totales complètement intégrable *sans* intégration.

» En général, soit donnée l'équation différentielle du $(m+1)^{\text{ième}}$ ordre

$$\text{(IV)} \qquad F(y^{(m+1)} \ldots y', y, x) = 0,$$

où F est linéaire par rapport à $y^{(m+1)}$. L'équation différentielle $F = 0$ peut s'écrire sous la forme d'une équation aux différentielles totales

$$P_1\,dy^{(m)} + P_\alpha\,dy^{(m-1)} + \ldots + P_{m+1}\,dy + P_{m+2}\,dx = 0,$$

où les P sont des fonctions de $x, y, y', \ldots, y^{(m)}$.

» En ajoutant ici autant d'identités

$$\begin{aligned} & \alpha_n\,[y^{(m)}, \ldots, y, x]\,dy^{(k-1)} - \alpha_n\,[y^{(m)}, \ldots, y, x]\,y^{(k)}\,dx = 0, \\ & \alpha_m[y^{(m)}, \ldots, y, x]\,dy^{(k)} \;\; - \alpha_m[y^{(m)}, \ldots, y, x]\frac{y^{(k+1)}}{y^{(k-i)}}\,dy^{(k-i-1)} = 0, \end{aligned}$$

qu'il y a de conditions d'intégrabilité et déterminant comme ci-dessus les

α par ces conditions, on aura une équation aux différentielles totales complètement intégrable

$$\text{(V)}\qquad Q_1\,dy^{(m)} + Q_2\,dy^{(m-1)} + \ldots + Q_{m+1}\,dy + Q_{m+2}\,dx = 0,$$

qui est identique avec l'équation différentielle donnée (IV). Une intégrale générale

$$\varphi[x, y, \ldots, y^{(m)}] = \text{const.}$$

de l'équation aux différentielles totales (V) est ainsi une intégrale première générale de l'équation différentielle donnée (IV). »

PHYSIQUE. — *Sur la propagation du son dans un tuyau cylindrique.* Note de MM. **J. Violle** et **Th. Vautier**, présentée par M. Mascart.

« Si nous portons notre attention sur les sons fondamentaux, nous trouvons qu'ils présentent des différences considérables quant à la longueur du trajet au bout duquel ils cessent d'être perceptibles à l'oreille. La grande flûte de 16 pieds (ut_{-1}) donne quatre retours; les flûtes de 8 pieds (ut_1) et de 4 pieds (ut_2), les cuivres du registre grave, n'en offrent plus que trois dans leurs notes basses (de mi_{-1} à ut_1) et deux dans leurs notes élevées (de sol_1 à sol_2); les cuivres du registre moyen, trompettes en *ut* et en *fa*, piston en *si* ♭, fournissent un retour de sol_2 à mi_4 et rien au delà. Les sons élevés de la petite flûte d'orchestre, fa_6, $la\natural_6$, $ré\natural_7$, deviennent rapidement mauvais : quand ils ont parcouru respectivement 3000^{m}, 2600^{m}, 1800^{m}, l'oreille ne perçoit plus qu'un bruit sans caractère musical, qui s'éteint lui-même 200^{m} plus loin. Ainsi, le son le plus grave que nous ayons employé, ut_{-1} de 32 vibrations doubles, portait à 23^{km} (avec 7 réflexions), et le plus aigu, $ré_7$ de 4600 vibrations doubles, à 1800^{m} (sans réflexion). La portée des sons fournis par les instruments usuels diminue donc notablement des notes graves aux notes élevées.

» La netteté de l'émission a d'ailleurs dans toute l'étendue de l'échelle une influence évidente. Dans tous les cas, l'altération du timbre précède l'extinction du son. Au retour, l'ut_4 est encore franchement musical, le mi_4 est déjà moins un son qu'un bruit.

» Si nous comparons la portée des sons fondamentaux à celle des harmoniques, nous serons frappés de cette circonstance que le fa_4 et le sol_4, qui ne reviennent pas en sons fondamentaux, reviennent en harmoniques.

Combien cependant le sol_4, par exemple, quand il constitue le sixième harmonique de l'ut_2 émis par la basse en *ut* ou l'hélice, sonne moins énergiquement au départ que lorsqu'il est lancé directement comme ton fondamental par la trompette ou le piston. Par contre, comme nous l'avons déjà remarqué, le son fondamental des grandes flûtes d'orgue, qui revient trois et quatre fois, ne ramène avec lui aucun harmonique. Et toutefois, au moins pour la flûte de 16 pieds, l'octave paraît avoir, au départ, une intensité comparable à celle du son fondamental et très supérieure à celles d'harmoniques, tels que ceux du violoncelle, qui reviennent très franchement.

» Bien que nous laissions momentanément de côté tout ce qui se rapporte aux ondes isolées, nous indiquerons cependant encore l'expérience suivante, parce qu'elle est très instructive sous son apparence paradoxale. Si l'on enflamme à l'entrée de la conduite, du côté d'Argenteuil, un mélange de magnésium et de chlorate de potasse, poudre-éclair des photographes, il se produit un bruit fusant sourd et l'on est un peu surpris d'entendre revenir de Cormeilles, quelques dix-sept secondes après, une explosion énergique et donnant lieu à plusieurs retours, comme un coup de pistolet, le front de l'onde s'étant rapidement dressé.

» Dans l'étude, nécessairement très incomplète, que nous venons de faire à l'aide seule de l'oreille, il importe d'abord de remarquer que la perception auditive suppose une certaine amplitude des vibrations de l'air, amplitude d'ailleurs très faible.

» En second lieu, il faut que le mouvement ait conservé sa périodicité. Or, nous avons vu qu'à partir d'un certain trajet un train d'ondes perd son caractère musical. La destruction est d'autant plus rapide que le son est plus aigu et plus intense.

» Si, d'ailleurs, nous portons notre attention sur le phénomène régulier dont nous avons signalé la longue durée pour la plupart des sons à l'intérieur de la conduite d'Argenteuil, nous devons considérer les deux mêmes circonstances : intensité et tonalité.

» Mais l'intensité physiologique des sons musicaux usuels est peu différente (1); l'influence de la tonalité est donc manifeste : un son aigu s'éteint plus vite qu'un son grave.

» De ce fait, rapproché de la relation établie par M. Boussinesq (2)

---

(1) Violle, *Cours de Physique*, t. II, 1, p. 289; 1888.

(2) Boussinesq, *Journal de Physique*, 2e série, t. X, p. 301; 1891.

entre le coefficient d'extinction et le ralentissement, il résulterait que les sons aigus vont un peu plus vite que les sons graves. L'oreille seule est impuissante à constater la chose : des batteries rapides exécutées à l'origine du tuyau (sur des notes ne différant pas toutefois de plus d'une octave et demie) n'ont pas présenté au retour la moindre différence de rythme, appréciable à l'oreille. Les relevés des graphiques et clichés pourront seuls donner une réponse exacte. Nous devons, toutefois, remarquer que, dans l'analyse d'un timbre musical par le tuyau, les sons se succèdent dans l'ordre voulu : après le ton fondamental, qui doit, en effet, revenir seul en avant, par simple raison ici d'intensité, ce sont les harmoniques les plus élevés qui apparaissent les premiers. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les attractions et répulsions apparentes des conducteurs électrisés dans un diélectrique fluide.* Note de M. **Gouy**.

« 1. Dans la théorie classique de l'électricité, la force électrostatique f qui s'exerce entre deux particules électriques données ne dépend absolument que de leur distance. D'autre part, l'expérience et de simples considérations d'énergie montrent que les forces apparentes qui s'exercent entre des conducteurs, de charges données, sont en raison inverse du pouvoir inducteur K du diélectrique liquide ou gazeux qui remplit le champ. Si, pour expliquer ce fait ([1]), on admet que f, dans un pareil milieu, est en raison inverse de K, on rencontre d'insurmontables difficultés quand on envisage d'autres expériences, en sorte que la théorie présente une lacune sur ce point fondamental.

» Remarquons d'abord qu'il n'est pas évident que les forces apparentes dont il s'agit résultent uniquement des forces électrostatiques émanées des divers points du système, et appliquées à la charge du conducteur considéré. On peut, en effet, concevoir que des forces du même genre attirent chaque élément du diélectrique, et, en raison de sa fluidité, se transmet-

([1]) Ce fait ne s'explique nullement, comme on le dit quelquefois, par la considération de la *couche fictive* dite *équivalente* à la polarisation du diélectrique, car, sur chaque conducteur, la densité *apparente,* résultant de la densité vraie σ et de la couche fictive, serait $\frac{\sigma}{K}$, et, par suite, l'action mutuelle des conducteurs serait en raison inverse de K^2. La distribution fictive n'est équivalente à la polarisation du diélectrique que pour le calcul du potentiel, et non aux autres points de vue.

tent au conducteur par pression hydrostatique. C'est ce qui a lieu, du reste, pour l'attraction newtonienne de deux solides placés dans un milieu liquide; si, connaissant l'attraction apparente, on voulait en rendre compte en oubliant cette pression hydrostatique, on serait obligé de conclure que la force newtonienne élémentaire dépend du milieu ambiant.

» Je pense que telle est, en effet, la solution de la difficulté, car l'expérience et la théorie de la polarisation diélectrique montrent que de pareilles forces agissent en réalité sur les diélectriques.

» 2. Considérons des conducteurs électrisés A, B, C, ..., placés dans le vide. Le conducteur A peut être regardé comme soumis à des forces appliquées à chaque élément ds de sa surface, dirigées suivant la normale extérieure, et égale à $2\pi\sigma^2 ds$, en appelant σ la densité électrique.

» Supposons maintenant que le champ soit rempli d'un diélectrique liquide, de pouvoir inducteur K. Les charges des conducteurs sont supposées les mêmes que précédemment, et la distribution électrique reste la même. Une particule électrique quelconque du conducteur A est sollicitée par des forces électrostatiques qui émanent : 1° des autres particules électriques existant sur les conducteurs; 2° des éléments du diélectrique polarisé.

» Les premières forces sont les mêmes que précédemment; les secondes ont une résultante nulle. En effet, le diélectrique entier peut être décomposé en couches comprises entre des surfaces équipotentielles infiniment voisines, et chacune de ces couches forme un feuillet diélectrique fermé, qui ne produit de force électrique que dans son épaisseur.

» Ainsi les forces électrostatiques agissant sur la charge du conducteur A sont les mêmes que tout à l'heure, dans le vide. Cependant la force apparente qui sollicite ce conducteur est K fois plus petite; il faut donc qu'il y ait encore d'autres forces mises en jeu par le champ électrique.

» 3. On sait que, dans l'air ou dans le vide, un petit corps diélectrique est attiré vers les régions où l'intensité du champ est la plus grande. Cette attraction, due aux forces électrostatiques agissant sur chaque élément du diélectrique polarisé, existe de même pour le diélectrique qui remplit tout le champ, tel que nous l'envisageons. Le calcul montre qu'en appelant F, en chaque point, la force électrique qui existait dans la première expérience (vide), chaque élément dv du diélectrique liquide est maintenant soumis à une force attractive orientée suivant la direction où F^2 augmente le plus vite, et égale à $\frac{1}{8\pi}\frac{K-1}{K}\frac{dF^2}{dl}dv$, en désignant par dl un élé-

ment de longueur pris sur cette direction ([1]). Cette force attractive agissant sur chaque élément du diélectrique, la pression hydrostatique sera en chaque point $\frac{1}{8\pi}\frac{K-1}{K}F^2+p_0$, en désignant par p_0 une constante qui est la pression aux points où le champ est insensible (abstraction faite de la pesanteur).

» Revenons maintenant au conducteur A; l'élément ds subira, du fait de cette pression hydrostatique, une force dirigée suivant la normale intérieure et égale à $\left(\frac{1}{8\pi}\frac{K-1}{K}F^2+p_0\right)ds$; d'autre part, les forces électrostatiques directes produisent sur ds une force opposée à la précédente et égale à $2\pi\sigma^2 ds$; la force apparente sera donc $\left(2\pi\sigma^2-\frac{1}{8\pi}\frac{K-1}{K}F^2-p_0\right)ds$. Comme on a, près du conducteur, $F=4\pi\sigma$, l'expression précédente s'écrit $\left(\frac{2\pi\sigma^2}{K}-p_0\right)ds$, ce qui est bien le résultat exact ([2]).

» Ainsi les forces apparentes qui s'exercent entre des conducteurs de charges données, dans un diélectrique liquide, résultent : 1° de leurs attractions et répulsions mutuelles, qui sont les mêmes que dans le vide; 2° de la pression hydrostatique, produite par la force qui attire le diélectrique dans le sens où l'intensité du champ s'accroît le plus vite.

» 4. J'ai employé le langage de la théorie des forces à distance, mais ces résultats paraissent devoir subsister dans toute autre théorie où l'on regarderait les diélectriques pondérables comme formés de molécules placées dans le vide, ce dernier milieu produisant, par un mécanisme quelconque, les effets que nous attribuons aux forces à distance.

» La pression hydrostatique que nous venons de considérer paraît jouer un rôle essentiel dans certains phénomènes, tels que la contraction électrique des gaz, ou la tension maximum des vapeurs dans le champ électrique, comme j'espère le montrer bientôt. »

([1]) Je n'écris pas ici un autre terme, qui disparaît dans le calcul de la pression exercée sur un conducteur.

([2]) On voit que nous rendons compte, non seulement de l'action mutuelle des conducteurs, mais encore des forces dues à leur électrisation et tendant à faire varier leur forme ou leur volume, forces qui, à charges données, sont aussi en raison inverse de K. Dans le raisonnement qui précède, les conducteurs sont supposés parfaitement rigides.

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelle méthode de mesure des capacités électriques basée sur la sensibilité de la peau.* Note de M. **H. Bordier**, présentée par M. d'Arsonval ([1]).

« Le principe de la méthode que je vais indiquer repose sur une expérience de M. le professeur d'Arsonval ([2]).

» Si l'on place, successivement, en dérivation sur une même bobine induite des condensateurs de capacités croissantes et que l'on cherche, soit à l'aide d'un rhéostat, soit en déplaçant la bobine devant une règle divisée, le moment où l'on perçoit la *sensation minima* produite par le courant sur la peau, on constate que ce moment varie pour chaque capacité ajoutée.

» Si l'on a, par exemple, un microfarad divisé en dixièmes, il est facile de trouver les positions, ou du rhéostat, ou de la bobine, qui correspondent aux sensations initiales produites par chaque dixième de microfarad ajouté. En prenant comme abscisses les capacités et comme ordonnées les différentes positions du rhéostat ou de la bobine, ou obtient une courbe qui représente la variation de la sensibilité cutanée avec les différentes capacités ajoutées. Cette courbe étant établie, il suffit de chercher le moment d'apparition de la sensation produite par le courant faradique, la bobine étant munie du condensateur dont on veut connaître la capacité. En se reportant à la courbe, on lit immédiatement la valeur de la capacité cherchée.

» Comme on le voit, cette méthode utilise l'effet sensitif minimum produit sur les terminaisons nerveuses de la peau. S'il est très difficile d'affirmer l'égalité de deux sensations successivement perçues, il est, au contraire, très facile de reconnaître l'instant précis où une sensation commence.

» Pour que la surface impressionnée et que les conditions d'imbibition de l'épiderme restent les mêmes pendant une expérience, il est utile de plonger les doigts dans deux vases contenant de l'eau et reliés aux deux bornes de la bobine induite.

» Voici un exemple des résultats obtenus par cette méthode :

» La bobine employée avait une résistance de 668 ohms; le diamètre du fil était de $\frac{2}{10}$ de millimètre et sa longueur de 1300^{m}.

([1]) Séance du 24 juin 1895.

([2]) *Archives de Physiologie*, p. 585; 1891.

» L'appareil inducteur doit être muni du condensateur de Fizeau, de manière à effectuer des interruptions bien régulières. Des deux bornes de la bobine induite partent deux fils qui vont à deux petits cristallisoirs pleins d'eau et dont le fond est garni d'une plaque métallique. L'index et le médius plongent chacun dans un vase.

» On cherche d'abord la position que doit occuper la bobine pour que la sensation minima apparaisse : on trouve 19,25. On met alors en dérivation un microfarad divisé en dixièmes et l'on éprouve la sensation minima pour les positions suivantes de la bobine :

Capacités ajoutées.	Positions de la bobine.
microfarad	cm
0	19,25
0,1	16,75
0,2	15,5
0,3	14,5
0,4	13,75
0,5	13
0,6	12,5
0,7	12
0,8	11,6
0,9	11,25
1	11

» On peut remarquer que, à mesure que la capacité de la bobine augmente, il faut la rapprocher de plus en plus. Si l'on construit la courbe dont j'ai parlé plus haut, on constate que tous les points déterminés expérimentalement se trouvent placés sur la même ligne bien régulièrement; ce résultat prouve déjà que cette méthode est susceptible de fournir une assez grande approximation.

» Voici, en effet, les capacités trouvées pour deux condensateurs : condensateur *a* 0,915 microfarad; condensateur *b* 0,91 microfarad. La méthode du galvanomètre balistique a fourni les nombres suivants : condensateur *a* 0,912 microfarad; condensateur *b* 0,915 microfarad.

» Les effets sensitifs ne sont pas toujours diminués lorsqu'on augmente la capacité d'une bobine; si celle-ci est à gros fil, peu résistant, on trouve que la sensation devient de plus en plus forte à mesure que les capacités ajoutées vont en croissant (ce qui n'avait pas encore été signalé). Avec une

bobine de 0,72 ohm de résistance, le fil ayant une longueur de 60^{m} et un diamètre de $\frac{13}{10}$ de millimètre, j'ai trouvé les nombres suivants :

Capacités ajoutées.	Positions de la bobine.
microfarad	cm
0,0	9,5
0,1	10
0,2	10,4
0,3	10,8
0,4	11,25
0,5	11,7
0,6	12
0,7	12,5
0,8	12,9
0,9	13,4
1	13,8

» On voit qu'ici il a fallu *éloigner* la bobine, au lieu de la rapprocher, comme dans le cas précédent, à mesure que la capacité augmentait. Quoi qu'il en soit, la méthode de mesure des capacités reste applicable dans tous les cas.

» Il est une capacité bien intéressante à connaître et sur laquelle on n'a pas de données bien précises : je veux parler de la capacité du corps de l'homme. La méthode que je viens d'indiquer permet d'obtenir une mesure très approximative de cette capacité. Le sujet isolé est placé en tension sur l'un des fils qui réunissent la bobine au condensateur étalonné; une clef permet de supprimer le corps du circuit ou de l'y remettre.

Résultats :

Capacités ajoutées à la bobine.	Variations de la bobine.	
	1re expérience.	2e expérience.
microfarad	cm	cm
0,0	20,00	19,25
0,1	17,75	16,75
0,1 + le corps	17,7	16,7
0,02	16,75	15,5

» En établissant chaque courbe sur du papier quadrillé de grandes dimensions, on trouve pour la valeur de la capacité du corps : première expérience 0,002 microfarad; deuxième expérience 0,003 microfarad. Valeur moyenne 0,0025 microfarad.

» Cette capacité est environ cinquante-huit fois plus grande que celle d'un conducteur homogène dont la surface serait égale à celle du corps humain. Il est peut-être permis de penser que cette capacité, relativement grande, du corps de l'homme est due à des phénomènes de condensation qui se passent au sein de l'organisme. »

PHYSIQUE. — *Sur la solubilité des liquides surfondus.* Note de M. **Louis Bruner.**

« Les mesures exécutées par M. Walker [1] et relatives à la solubilité des corps solides et fondus ont abouti à démontrer que les courbes de solubilité du même corps, pris aux deux états, se croisent au point de fusion. Ce fait, ainsi que les considérations théoriques s'appuyant sur la théorie du point de transition de Van't Hoff nous amène à conclure que la solubilité d'un corps solide au-dessus du point de fusion serait plus grande que la solubilité du corps liquide et que, au contraire, au-dessous du point de fusion, elle serait plus petite. Il est évident qu'on ne peut soumettre à l'expérience que la seconde partie de cet énoncé, à cause de l'impossibilité de maintenir un corps à l'état solide au-dessus du point de fusion.

» Des expériences confirmant ce résultat, mais portant sur des cas plus compliqués, ont été déjà publiées par M. Alexejew [2].

» J'ai comparé directement les solubilités de l'hyposulfite de soude solide et surfondu dans l'alcool plus ou moins étendu, l'eau ne pouvant pas être employée comme dissolvant, car elle se mélange avec l'hyposulfite de soude liquide à la température ordinaire en toutes proportions. Les solutions du corps solide ont été préparées par les méthodes ordinaires; quant aux solutions d'hyposulfite liquide, je les ai préparées en ajoutant de l'alcool à l'hyposulfite en surfusion. Les deux liquides, après avoir été mélangés, se séparent facilement et la couche inférieure est composée d'hyposulfite de soude, qui ne se congèle pas même pendant plusieurs jours. Les quantités dissoutes pouvaient être facilement déterminées en titrant la liqueur avec une solution d'iode; par plusieurs titrages successifs, je m'assurais de la saturation complète de mes solutions.

» La solubilité d'hyposulfite surfondu a été trouvée régulièrement plus

---

(1) *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. V, p. 193.
(2) *Wiedemann's Annalen*, t. XXVIII, p. 305.

grande que la solubilité du corps solide. Ainsi, par exemple, 10^{cc} de la solution d'hyposulfite surfondu à la température du laboratoire, 21°, exigent $12^{cc},6$ d'iode au centième (alcool 83 pour 100) et $14^{cc},2$ (alcool 69 p. 100), tandis que la solution du corps solide dans les mêmes conditions n'exige que $7^{cc},5$ et $10^{cc},4$ d'iode.

» Cette expérience facile à exécuter, même pendant un cours, nous permet de démontrer d'une manière très simple l'application d'un théorème des plus généraux de la Chimie théorique, à savoir que deux systèmes (corps surfondu, corps solide), qui ne sont pas en équilibre entre eux, ne le sont pas envers un troisième (solution du corps). Ces résultats comportent d'ailleurs une réserve, attendu que nous avons affaire ici à un système de trois corps, hyposulfite anhydre, eau et alcool, partagés en deux portions, entre lesquelles les états d'équilibre peuvent être plus multiples que ceux d'un système binaire [1]. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur spécifique des sels surfondus.* Note de M. **Louis Bruner.**

« Parmi les corps appartenant à la Chimie minérale, ce sont les sels de soude, cristallisant avec une quantité d'eau notable, qui entrent le plus facilement en surfusion : tels les chromate, phosphate, acétate, hyposulfite de soude. J'ai mesuré la chaleur spécifique de ce dernier sel par la méthode ordinaire des mélanges.

» Voici les résultats de ces mesures :

Limites des températures.	Chaleur spécifique.
94° — 17°	0,584
83 — 16	0,586
83 — 16	0,588
65 — 16	0,590
55 — 16	0,599
47 — 17	0,602
36 — 17	0,395
2 — 13	0,563

» La courbe que l'on trace d'après ces expériences, en prenant les chaleurs spécifiques pour ordonnées et les températures pour abscisses,

---

(1) Ces expériences ont été faites au Laboratoire de M. Berthelot du Collège de France.

présente au voisinage du point de fusion (48°), le maximum très sensible que j'ai signalé précédemment pour les chaleurs spécifiques du thymol. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'acide paratungstique*. Note de M. **L.-A. Hallopeau**, présentée par M. Troost.

« Les deux seuls hydrates d'acide tungstique que l'on connaisse avec certitude sont l'hydrate jaune insoluble TuO^3, H^2O, et l'acide métatungstique soluble $4TuO^3, H^2O + Aq$. Au cours de recherches sur les paratungstates, c'est-à-dire sur les tungstates acides de formule

$$12TuO^3, 5M^2O + Aq,$$

j'ai voulu essayer de préparer l'hydrate correspondant, qui est inconnu, et dont l'existence a été niée par certains auteurs. Je n'ai pas encore pu faire cristalliser l'acide paratungstique; mais il m'a été possible d'obtenir des solutions renfermant ce corps à l'état de pureté, ce qui m'a permis d'en étudier les propriétés.

» *Préparation.* — J'ai appliqué successivement à la recherche de l'acide paratungstique les différentes méthodes employées en général pour la préparation des acides.

» La décomposition du paratungstate de plomb par l'hydrogène sulfuré ne donne aucun résultat, l'acide paratungstique étant réduit par l'acide sulfhydrique au fur et à mesure de sa production, avec formation d'oxyde bleu de tungstène, puis d'hydrate tungstique jaune.

» La décomposition du paratungstate mercureux par une quantité un peu insuffisante d'acide chlorhydrique permet d'obtenir une solution d'acide paratungstique; mais cet acide n'est pas absolument pur. Pour le purifier, il faut, après filtration du chlorure mercureux, faire passer dans la liqueur quelques bulles d'hydrogène sulfuré, afin d'éliminer un peu de mercure resté dissous à l'état de chlorure. Cela occasionne plusieurs inconvénients. L'hydrogène sulfuré détermine une légère réduction de la liqueur qui prend une teinte bleuâtre.

» En outre, le sulfure de mercure précipité ne se dépose que par une forte ébullition de la dissolution, ce qui amène une transformation partielle de l'acide paratungstique en acide métatungstique, ainsi que je l'établirai plus loin. Enfin la décomposition par l'acide sulfhydrique de la petite quantité de chlorure mercureux demeuré dissous détermine la production d'une faible proportion d'acide chlorhydrique.

» L'action de l'acide chlorhydrique en quantité un peu insuffisante sur le paratungstate d'argent donne une solution d'acide paratungstique pur; mais le chlorure

d'argent précipité dans ces conditions, sans excès d'acide chlorhydrique, ne se dépose pas, et la filtration en est fort difficile.

» La méthode la plus certaine et la plus commode pour préparer l'acide paratungstique consiste à décomposer par une quantité insuffisante d'acide sulfurique le paratungstate de baryte, qui s'obtient très facilement à l'état de poudre insoluble en mélangeant des dissolutions chaudes de paratungstate de soude et de chlorure de baryum. On purifie ce paratungstate de baryte par des lavages à l'eau chaude, on le met en suspension dans de l'eau, et l'on fait tomber goutte à goutte de l'acide sulfurique dans la liqueur, en agitant constamment. Il faut avoir soin d'employer une quantité insuffisante d'acide sulfurique, et de le verser très lentement; sinon, à un moment donné, l'acide sulfurique que l'on ajoute décompose partiellement l'acide paratungstique formé, avec production d'hydrate tungstique jaune. On filtre, pour séparer le sulfate de baryte et l'excès de paratungstate de baryte; le liquide filtré est une dissolution d'acide paratungstique pur. Malheureusement, la concentration de la liqueur, même dans le vide à la température ordinaire, en détermine à un moment donné la décomposition partielle avec formation d'un hydrate tungstique blanc. Il reste finalement, comme résidu de l'évaporation, une masse vitreuse : c'est de l'acide paratungstique renfermant toujours une quantité assez notable d'hydrate tungstique, qui forme des flocons blancs insolubles lorsqu'on redissout la matière dans l'eau.

» *Propriétés. — Action de la chaleur.* Les solutions étendues d'acide paratungstique ne se décomposent pas par la chaleur; mais une ébullition prolongée transforme partiellement l'acide paratungstique en acide métatungstique. Pour le démontrer, j'ai fait bouillir une dissolution d'acide préparé par le paratungstate mercureux, et dans la liqueur bouillante j'ai ajouté du carbonate de baryte en excès. Il s'est dégagé de l'acide carbonique en abondance, et la plus grande partie de l'acide paratungstique s'est précipitée à l'état de paratungstate de baryte insoluble. En filtrant et concentrant le liquide filtré dans le vide, il s'est formé d'abord une nouvelle quantité de paratungstate de baryte, puis des octaèdres quadratiques volumineux, blancs laiteux, de métatungstate de baryte $4\,TuO^3, BaO + 9\,H^2O$.

» *Action des alcalis.* — La neutralisation exacte de l'acide paratungstique par le carbonate de soude, sans excès de ce dernier, donne par concentration des cristaux prismatiques de paratungstate de soude

$$12\,TuO^3, 5\,Na^2O + 28\,H^2O.$$

Il se produit en même temps un peu de tungstate neutre, et la liqueur devient alcaline.

» *Action des acides.* — Les acides sulfurique, chlorhydrique, azotique décomposent à froid les solutions étendues d'acide paratungstique. L'acide sulfhydrique les réduit avec production d'oxyde bleu ou d'oxyde vert; dans

les liqueurs très étendues, en prolongeant le courant d'hydrogène sulfuré et en évitant l'action de l'air, on peut obtenir successivement une coloration verte, puis une coloration rouge. L'acide acétique et l'acide phosphorique ne décomposent les solutions étendues d'acide paratungstique ni à froid, ni à chaud. L'acide carbonique est sans action.

» Les matières organiques réduisent l'acide paratungstique avec formation d'oxyde bleu; le papier sur lequel on a filtré une solution de cet acide prend une teinte bleue.

» L'addition d'alcool à l'acide donne également de l'oxyde bleu sous l'influence des rayons solaires; par la concentration, il se précipite de l'hydrate tungstique blanc.

» En résumé, il est facile d'obtenir des solutions d'acide paratungstique, présentant toutes les réactions connues des paratungstates et se transformant en acide métatungstique sous l'influence de l'ébullition, de la même façon que les paratungstates se transforment en métatungstates. L'acide paratungstique existe donc réellement, comme le voulait Laurent; mais le peu de stabilité de sa molécule en amène le dédoublement en acide tungstique et eau par la simple concentration de ses solutions. Ce fait suffit à le différencier de l'acide tungstique colloïdal de Graham, qui peut être évaporé à sec et chauffé jusqu'à 200° sans se décomposer, et que Klein avait proposé de rapprocher de l'hydrate paratungstique (1) »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'alumine dans les phosphates.* Note de M. **Henri Lasne**, présentée par M. Friedel.

« Le dosage de l'alumine dans les phosphates présente, en même temps qu'un intérêt scientifique, une grande importance commerciale et industrielle. On sait, en effet, que la présence des sesquioxydes est très nuisible à la fabrication du superphosphate. Si le fer est facile à doser par liqueurs titrées, la séparation de l'alumine est fort difficile, et les méthodes proposées dans ce but pèchent, ou bien par une inexactitude inadmissible, ou bien par une grande difficulté d'exécution.

Dissolution du phosphate. — Je préfère attaquer par l'acide chlorhydrique, avec évaporation à sec *en présence du résidu*. Les fluorures sont complètement décomposés et la silice insolubilisée; ces deux conditions sont indis-

---

(1) Travail fait au Laboratoire de Chimie générale de la Sorbonne.

pensables, car la silice et les fluosilicates accompagneraient l'alumine dans ses réactions.

Pour faciliter l'exécution du procédé décrit plus loin, il est bon de reprendre par la moindre quantité possible d'acide chlorhydrique, soit 1 à $1^{cc},5$ par gramme de phosphate; on étend de 20 volumes d'eau, on chauffe; après une demi-heure, on filtre et la liqueur est prête pour le dosage de l'alumine.

» Dans toutes les méthodes proposées jusqu'ici, on précipite les deux sesquioxydes ensemble, soit à l'état libre, soit à l'état de phosphates. On redissout le précipité après l'avoir pesé, pour y doser le fer par liqueurs titrées; on calcule l'alumine. Cette manière d'opérer serait certainement légitime si l'on était sûr d'avoir toute l'alumine et de connaître exactement la composition du précipité obtenu.

» La séparation de l'acide phosphorique conduit toujours à des opérations longues et laborieuses, si l'on veut conserver l'exactitude complète. L'acide molybdique notamment ne peut être séparé des sesquioxydes que par l'acide sulfhydrique.

» Les méthodes où l'on pèse les sesquioxydes à l'état de phosphates pèchent par la base, en ce qu'on ne connaît pas la composition du précipité obtenu, qui est très variable, comme le montre l'étude suivante :

» *Précipitation de l'alumine à l'état de phosphate.* — Deux points sont à examiner : la solubilité et la composition du précipité.

» En liqueur *acétique,* le phosphate d'alumine est assez soluble pour entraîner des pertes considérables et faire rejeter sans appel ce mode de précipitation ou de séparation. La solubilité diminue à l'ébullition.

» En liqueur *à peine ammoniacale,* en présence du chlorhydrate d'ammoniaque, la solubilité est nulle, et la précipitation intégrale.

» J'attire l'attention sur un mode de précipitation qui n'a pas encore été appliqué. Une demi-heure d'ébullition avec l'*hyposulfite d'ammoniaque* suffit à la précipitation complète (au lieu de trois heures pour l'alumine pure). Le précipité se filtre et se lave avec facilité : il est grenu comme l'alumine dans le procédé Chancel. La solubilité est si faible qu'il faut les plus grands soins pour la constater.

» La composition du précipité varie avec la méthode, le degré d'acidité de la liqueur et l'excès d'acide phosphorique qu'elle contient, et cela progressivement.

» La quantité d'acide phosphorique unie à une même quantité d'alumine est minima en liqueur faiblement ammoniacale où le phosphate neutre est en partie dissocié, même quand la liqueur contient quinze fois plus d'acide

phosphorique qu'il n'est nécessaire. En liqueur acétique, au contraire, et surtout à l'ébullition, la composition du phosphate neutre est dépassée, même en présence d'un très faible excès d'acide phosphorique.

» Si nous examinons de plus près la précipitation par l'hyposulfite d'ammoniaque, nous voyons que la proportion d'acide phosphorique dans le précipité ne suit pas régulièrement l'excès contenu dans la liqueur où il se forme. Si, partant d'une liqueur contenant les éléments du phosphate d'alumine neutre, nous y ajoutons des doses croissantes de phosphate d'ammoniaque, la proportion d'acide phosphorique dans le précipité, d'abord inférieure à celle qui correspond au phosphate neutre, va en croissant très rapidement, jusqu'à une teneur de la liqueur représentant un excès de $0^{gr},5$ d'acide phosphorique par litre; *entre* $0^{gr},6$ *et* 1^{gr}, *elle reste stationnaire et correspond exactement au phosphate neutre;* au delà, elle s'accroît à nouveau.

» On obtiendra donc exactement le phosphate neutre si l'on opère la précipitation dans une liqueur contenant par litre $0^{gr},8$ d'acide phosphorique à l'état de phosphate d'ammoniaque, et cette condition présente une élasticité suffisante pour être facilement réalisée.

» Quand la liqueur contient des alcalis, le phosphate d'alumine entraîne à l'état de phosphate une certaine proportion de ces corps, formant une sorte de laque.

» Le précipité doit être calciné quinze minutes au chalumeau, pour perdre entièrement son eau de combinaison.

» *Nouvelle méthode de séparation de l'alumine.* — La soude dissout l'alumine en présence d'un excès d'acide phosphorique; toutes les bases qui l'accompagnent habituellement, chaux, magnésie, fer, manganèse, sont entièrement précipitées soit à l'état de phosphates, soit à l'état de sesquioxydes. Pour que la séparation soit complète, l'acide phosphorique doit être en excès, sans quoi il se formerait un aluminate de chaux indécomposable par la soude. Cette condition étant remplie, il ne reste pas trace d'alumine dans le précipité. Pour s'en assurer, il faut prendre quelques précautions pendant le lavage, pour éviter la carbonatation de la soude.

» La solution d'alumine étant obtenue, deux précipitations successives sont nécessaires, puisque dans la seconde seulement on sera maître de réaliser les conditions qui permettent d'obtenir un composé pur et de composition connue.

» Par exemple, pour 1,25 de phosphate, en solution privée de silice et faiblement acide, on dissoudra dans une capsule en nickel 5^{gr} de soude caustique *exempte de silice et d'alumine*, et 1^{gr} de phosphate de soude (¹). On y versera la solution de phos-

(¹) Tenir compte de la quantité de chaux contenue dans le phosphate à l'état de

phate en agitant, et l'on maintiendra une heure vers 100°. On complètera 250^{cc} et l'on corrigera, pour tenir compte du volume du précipité, en ajoutant $0^{cc},5$ d'eau. On prélèvera 200^{cc} sur la liqueur filtrée, continuant l'opération sur 1^{gr} et évitant ainsi tout inconvénient relatif à la carbonatation pendant le lavage.

» La première précipitation se fera en acidulant, ajoutant du chlorhydrate d'ammoniaque, puis de l'ammoniaque en très faible excès : elle est intégrale. Le précipité gélatineux serait difficile à laver, mais cela est inutile. Il suffit de l'égoutter; on le redissout ensuite très facilement dans l'acide chlorhydrique étendu au $\frac{1}{20}$ et chauffé.

» A la solution ainsi obtenue on ajoute $3^{cc},5$ d'une solution de phosphate d'ammoniaque pur à 10 pour 100, soit environ $0^{gr},187$ d'acide phosphorique; on neutralise par l'ammoniaque sans aller jusqu'à un précipité persistant, on étend à 250^{cc} environ, et l'on ajoute $1^{gr},5$ d'hyposulfite d'ammoniaque. On fait bouillir une demi-heure en maintenant le volume, puis on ajoute cinq gouttes d'acétate d'ammoniaque en solution saturée, et l'on continue l'ébullition pendant dix minutes. On filtre et on lave complètement à l'eau chaude. On incinère et l'on calcine quinze minutes au chalumeau. Le poids du précipité multiplié par 0,418 donne le poids de l'alumine : on ajoutera $0^{mgr},8$ pour tenir compte de la faible solubilité constatée.

» Cette méthode, soumise à de nombreuses vérifications synthétiques, s'est montrée absolument rigoureuse.

» Elle évite toutes les complications entraînées par l'emploi du citrate ou de l'acide molybdique; par suite, elle est plus rapide qu'aucune de celles qui ont été proposées jusqu'ici, et, en même temps, d'une exécution facile et sûre.

» Les nombreuses déterminations numériques ayant servi à l'établissement et au contrôle de la méthode, ainsi que les développements qui s'y rapportent et ne peuvent trouver place ici, seront donnés dans un Mémoire plus étendu qui paraîtra prochainement au *Bulletin de la Société chimique*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'amidure de sodium*. Note de M. DE FORCRAND.

« On connaît les belles recherches de Gay-Lussac et Thenard sur les amidures alcalins AzH^2M, composés dont ils établissaient la composition en mesurant le volume d'hydrogène produit par l'action du métal sur le gaz ammoniac. Les travaux plus récents de Weyl, du Seely et de

---

carbonate. Dans les phosphates très calcaires cette quantité de phosphate de soude pourrait être insuffisante.

M. Joannis ont appris à préparer les amidures et même les azotures en passant par l'intermédiaire du potassammonium et du sodammonium.

» M. Joannis a donné un procédé qui permet d'obtenir AzH^2Na incolore et cristallisé, et a déterminé la chaleur de formation du sodammonium :

$$AzH^3 \text{ liq.} + Na \text{ sol.} = AzH^3Na \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 0^{Cal},8$$

nombre qui deviendrait sensiblement nul à partir de AzH^3 solide.

» I. Je me suis proposé de faire l'étude thermique de l'amidure de sodium AzH^2Na. Je l'ai préparé par la méthode suivante :

» Du gaz ammoniac bien sec passe dans un tube de verre sur du sodium fondu dans des nacelles de fer.

» Tant qu'il reste un excès de métal, on n'obtient qu'un liquide bleu verdâtre (sodammonium). Mais, dès que le métal a disparu, il se dégage de très abondantes vapeurs blanches, qui se condensent en partie dans des flacons secs et refroidis placés à la suite. Ce corps étant assez volatil, on en perd toujours une portion, qui est entraînée au dehors par le courant d'ammoniac, laissant, dans les tubes, une légère neige blanche. A la fin de l'opération, on chauffe les nacelles au rouge.

» Avec 4^{gr} à 5^{gr} de sodium, on obtient seulement 1^{gr} environ d'amidure.

» Ce corps, qui doit être recueilli rapidement et à l'abri de l'air, contient 58,81 pour 100 de sodium (calculé pour AzH^2Na : 58,97 pour 100).

» Il n'est pas cristallisé comme le produit obtenu par M. Joannis [1], mais amorphe, blanc, très léger. Exposé à l'air, il absorbe en même temps l'eau, l'anhydride carbonique et l'oxygène, se transformant en un mélange d'hydrate de soude, de carbonate et d'*azotite*. Cette oxydation du groupe AzH^2 a lieu d'autant plus complètement que la matière est plus légère.

» En présence de l'eau, il se forme de l'ammoniaque et de la soude. Cette réaction est très vive ; lorsqu'on opère à l'air libre, le gaz ammoniac s'enflamme et l'on s'expose à des explosions violentes.

» J'ai dû effectuer cette dissolution dans l'eau en opérant sur de très petites quantités (de $0^{gr},2$ à $0^{gr},5$) ajoutées peu à peu dans le calorimètre à de l'eau bouillie saturée d'azote et dans une atmosphère d'azote.

» Entre $+20°$ et $+22°$ j'ai obtenu, dans trois expériences,

$$\left.\begin{array}{l} +31^{Cal},40 \\ +30,44 \\ +31,29 \end{array}\right\} \text{Moyenne} \ldots\ldots\ldots \quad +31^{Cal},04$$

(1) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 392.

pour la chaleur de dissolution de AzH^2Na (39^{gr}) dans un grand excès d'eau.

» II. Ce résultat permet de calculer les réactions suivantes :

AzH^3 gaz + Na sol. = H gaz + AzH^2Na sol. . . . . + 20,84
AzH^3 liq. + Na sol. = H gaz + AzH^2Na sol. . . . . + 16,44

» Ce dernier nombre devrait encore être diminué, probablement de $0^{Cal},5$ à 1^{Cal} si l'on voulait rapporter la réaction à AzH^3 solide. Il en résulte que la valeur thermique de substitution sodique de AzH^3 solide serait comprise entre $+15^{Cal},5$ et $+16^{Cal}$.

» Ce nombre est d'environ 7^{Cal} plus faible que celui que j'ai trouvé récemment pour l'acétylène (+22,65), lequel est plus faible de 7^{Cal} que la valeur moyenne des alcools (+29,88), tandis que le passage des alcools aux phénols correspond à $+9^{Cal}$ environ, et celui des phénols aux acides à $+11^{Cal}$.

» Ces résultats précisent les différences d'acidité remarquées depuis longtemps entre ces diverses fonctions. Ils nous montrent, en outre, contrairement à ce qu'on pouvait penser, que ces différences diminuent avec la valeur absolue de l'acidité; de sorte que, même dans l'ammoniac, on retrouve un corps capable de produire directement des substitutions métalliques avec un dégagement de chaleur qui est encore la moitié de celui que produiraient l'eau ou l'alcool solides, et le tiers de celui fourni par les acides.

» III. On peut encore calculer les réactions suivantes :

Az gaz + H^2 gaz + Na sol. = AzH^2Na sol. . . . . $+33^{Cal},04$
et
AzH^3Na sol. = H gaz + AzH^2Na sol. . . . . $+15^{Cal},64$

Cette dernière réaction correspond à la dissociation du sodammonium. Enfin, mais avec des réserves sur lesquelles il est inutile d'insister, les résultats qui précèdent donnent une idée de la chaleur de formation de l'ammonium AzH^4. On peut conclure, en effet, des expériences de M. Joannis que le sodammonium solide a sensiblement la même chaleur de formation que AzH^3 solide. D'autre part, il paraît probable que les deux réactions

$$AzH^3 \text{ sol.} + Na \text{ sol.} = H \text{ gaz} + AzH^2Na \text{ sol.}$$

et

$$AzH^4 \text{ sol.} + Na \text{ sol.} = H \text{ gaz} + AzH^3Na \text{ sol.}$$

dégagent à peu près la même quantité de chaleur. Il en résulte que

$$AzH^3 \text{ sol.} + H \text{ gaz} = AzH^4 \text{ sol.}$$

correspond à une *absorption* de chaleur comprise entre $-15^{Cal},5$ et -16^{Cal}. On ne doit donc pas désespérer de trouver des conditions favorables pour réaliser cette réaction endothermique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers phosphoriques de l'alcool allylique. Acide allylphosphorique.* Note M. **J. Cavalier**, présentée par M. Troost.

« L'alcool allylique peut être éthérifié directement par l'acide phosphorique; l'acide cristallisé, en effet, ajouté à de l'alcool allylique, se dissout avec dégagement de chaleur, et après quelques heures de contact à une température voisine de 100°, il s'est formé une petite quantité d'*éther monoallylique* ou *acide allylphosphorique* $PO^4C^3H^5H^2$; le rendement est faible.

» On obtient un bien meilleur résultat en remplaçant l'acide par son anhydride. L'action de l'anhydride phosphorique sur l'alcool allylique est très énergique et produit la carbonisation presque complète de la matière. On la modère et on la rend très régulière en diluant l'alcool dans son volume d'éther absolu, ajoutant l'anhydride peu à peu et refroidissant. Après distillation d'une partie de l'éther, le produit, repris par l'eau, se sépare en deux couches. La couche supérieure, fortement colorée, peu abondante, insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther, renferme probablement du phosphate triallylique. La couche aqueuse inférieure, acide, à peine colorée, est saturée à chaud par du carbonate de baryum, puis par de l'eau de baryte jusqu'à neutralité à la phtaléine du phénol, et filtrée; par évaporation à une douce chaleur, la solution laisse déposer un précipité cristallin, blanc, d'*allylphosphate de baryum* anhydre : l'analyse du produit séché dans l'air sec conduit à la formule $PO^4C^3H^5Ba$.

» Ce corps est soluble dans 10 fois son poids d'eau, vers 20°, et dans 50 fois son poids d'eau, vers 90°; aussi sa solution, saturée à froid, laisse déposer de petits cristaux de sel anhydre lorsqu'on la chauffe lentement. Évaporée dans l'air sec à une température relativement basse (10° environ), elle abandonne de grands cristaux plats, incolores, très efflorescents, constitués par un hydrate à 5 molécules d'eau, devenant

anhydres, même en présence de l'eau, dès que la température dépasse 40°.

» En précipitant le baryum du sel précédent par la quantité correspondante d'acide sulfurique, on obtient une solution d'acide allylphosphorique. L'évaporation dans le vide sec, à la température ambiante, laisse un résidu sirupeux, incristallisable, d'acide légèrement décomposé.

» Vis-à-vis des réactifs colorés l'acide allylphosphorique se comporte comme la plupart des acides oxygénés du phosphore : la neutralité au méthylorange est obtenue par l'addition d'une molécule de soude, la neutralité à la phtaléine par 2 molécules. Il donne deux séries de sels; des sels neutres $PO^4C^3H^5M^2$, et des sels acides $PO^4C^3H^5MH$.

» *Allylphosphates neutres.* — Les sels alcalins s'obtiennent facilement en ajoutant à une solution d'acide allylphosphorique un alcali jusqu'à neutralité à la phtaléine, évaporant ensuite dans le vide sec; ils sont très déliquescents.

» Le sel de *potassium* est un sirop incristallisable.

» Le sel de *sodium* $PO^4C^3H^5Na^2$ est une masse blanche, anhydre, formée de cristaux enchevêtrés.

» Le sel d'*ammonium* $PO^4.C^3H^5.(AzH^4)^2$, également anhydre, fond vers 75° en un liquide sirupeux, restant facilement en surfusion, se solidifiant lentement en cristallisant.

» Les autres sels neutres sont, pour la plupart, moins solubles que le sel de baryum, on pourra donc les préparer par double décomposition.

» Les sels de *calcium* et de *strontium* sont des précipités cristallisés, se formant lentement, solubles dans un grand excès d'eau ; le sel de strontium est plus soluble que celui de calcium.

» Les sels de *zinc*, de *manganèse*, de *plomb*, beaucoup moins solubles, se précipitent immédiatement sous forme d'une poudre amorphe, quand on opère en solution concentrée; en liqueur étendue, au contraire, la précipitation est lente et donne des produits cristallisés.

» Le sel de *cuivre* est un précipité bleu pâle soluble dans l'ammoniaque.

» *Sel d'argent* $PO^4.C^3H^5Ag^2$. — En ajoutant quelques gouttes d'une solution argentique à une solution d'allylphosphate de baryum il se forme un précipité blanc, amorphe, qui se redissout immédiatement; la liqueur laisse déposer ensuite lentement de très petits cristaux, brillants, légèrement altérables à la lumière, qui, séchés à 100°, ont pour composition $PO^4C^3H^5.Ag^2$.

» Tous ces sels neutres, peu solubles dans l'eau, se dissolvent facilement dans les acides étendus en donnant des sels acides.

» *Allylphosphates acides.* — J'ai préparé les dérivés alcalins et alcalino-terreux à l'état cristallisé : il suffit de saturer une solution d'acide allylphosphorique jusqu'à neutralité au méthylorange et d'évaporer dans le vide sec.

» Le sel de *potassium* $PO^4.C^3H^5.KH$ forme une masse cristalline très déliquescente, anhydre après dessiccation dans le vide à la température ambiante.

» Le sel de *sodium* $PO^4C^3H^5NaH$ anhydre est beaucoup moins déliquescent que le sel neutre correspondant.

» Le sel d'*ammonium* $PO^4C^3H^5(AzH^4)H$, également anhydre, forme des lamelles cristallines, onctueuses au toucher, peu déliquescentes, fusibles à 93° et cristallisant par solidification.

» Le sel de *baryum* $[PO^4C^3H^5H]^2Ba + H^2O$ se dépose par refroidissement de sa solution concentrée à chaud en un amas de petits cristaux blancs, brillants, très solubles dans l'eau chaude.

» L'action du brome sur l'acide allylphosphorique m'a paru présenter des particularités dont je poursuis l'étude (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation et conductibilité de nouveaux éthers cyanométhiniques.* Note de M. **J. Guinchant**, présentée par M. Friedel.

» J'ai montré précédemment (2) que parmi les acides méthiniques étudiés, les seuls qui aient en solution aqueuse une stabilité suffisante pour permettre de mesurer facilement leur conductibilité, étaient ceux qui possédaient parmi les trois radicaux négatifs au moins un radical CAz.

» J'ai préparé un certain nombre de nouveaux éthers acylcyanacétiques suivant la méthode de M. Haller, par l'action d'un chlorure acide sur un éther cyanacétique sodé. L'éther acylcyanacétique formé était isolé du produit brut de la réaction en le précipitant à l'état de sel cuprique par une solution d'acétate de cuivre ; il était de nouveau mis en liberté de ce sel convenablement purifié, puis finalement distillé sous pression réduite. Les corps nouveaux ainsi préparés sont :

» 1° Le *propionylcyanacétate de méthyle, 2-méthylnitrile-3-pentanonoate de méthyle.* — Cristaux fondant à 39°-40°, distillant à 130° sous 43mm.

(1) Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Rennes.

(2) *Comptes rendus,* t. CXX, p. 1220.

» 2° Le *butyrylcyanacétate de méthyle, 2-méthylnitrile-3-hexanonoate de méthyle*. — Liquide incolore distillant à 135°,3 sous 25^{mm} ; cristallise en aiguilles fondant vers 0°.

» 3° L'*isobutyrylcyanacétate de méthyle, 2-méthylnitrile-4-méthyle-3-pentanonoate de méthyle*. — Cristaux d'apparence octaédrique fondant à 36°-37°, distillant à 139° sous 48^{mm}.

» 4° L'*acétylcyanacétate de propyle, 2-méthylnitrile-3-butanonoate de propyle*. — Cristaux fondant à 35°-36°, distillant à 133° sous 25^{mm}.

» 5° L'*acétylcyanacétate d'isobutyle*. — Liquide incristallisable à — 15°, distillant à 142° sous 32^{mm}.

» 6° L'*acétylcyanacétate d'amyle*. — Liquide incristallisable à — 15°, distillant à 168° sous 46^{mm}.

» Comme l'acétylacétone et comme les autres acides méthiniques, ces composés donnent avec $FeCl^3$ une coloration rouge et précipitent avec l'acétate de cuivre un sel cuprique; ils déplacent également l'acide acétique des acétates de zinc et d'argent en donnant un précipité blanc insoluble dans l'acide acétique. Les sels de soude cristallisent facilement à l'état d'hydrates qui gardent, par dessiccation dans le vide à 20°, une, deux et même trois molécules d'eau; les sels anhydres sont d'autant plus hygrométriques que leur poids moléculaire est plus élevé.

» La conductibilité de ces sels, dont le Tableau ne peut trouver place ici, les caractérise comme acides monobasiques, la différence $\mu_{1024} - \mu_{32}$ oscillant entre 10 et 12. Leur μ_∞ déduit, d'après la méthode ordinaire, des conductibilités entre $v = 32$ et $v = 1024$ (avec une approximation de $\pm 0,5$), a servi à calculer la conductibilité limite a de l'anion et par suite la conductibilité limite de l'acide :

Propionylcyanacétate de méthyle $\mu_\infty = 352$.

Insoluble jusqu'à v......	256	512	1024
» μ......	122,2	155,0	190,5
» K.....	0,073	0,069	0,063

Butyrylcyanacétate de méthyle $\mu_\infty = 351$.

v...............	128	256	512	1024
μ...............	86,64	114,8	148,0	184,0
K...............	0,063	0,062	0,060	0,056

Isobutylcyanacétate de méthyle $\mu_\infty = 351$.

μ_{512}.........	138,7	K.........	0,050
μ_{1024}.........	178,0	K.........	0,050

Acétylcyanacétate de propyle $\mu_\infty = 352$.

v	128	256	512	1024
μ	84,4	111,4	143,4	180,4
K	0,059	0,057	0,055	0,052

Acétylcyanacétate d'isobutyle $\mu_\infty = 352$.

μ_{512}	155,5	K	0,069
μ_{1024}	190,5	K	0,063

Acétylcyanacétate d'amyle $\mu_\infty = 351$.

μ_{1014}	185,3	K	0,057
μ_{2048}	225,5	K	0,056

» La conductibilité de ces acides décroît lentement avec le temps à 25°; je citerai comme exemple les valeurs de μ_{128} pour le butyrylcyanacétate de méthyle :

Après $\frac{1}{2}$ heure μ_{128}	86,64
Après 1 heure $\frac{1}{2}$	86,03
Après 6 heures	84,11
Après 12 heures	81,93

» Si l'on porte les temps en abscisses et les valeurs de μ_{128} en ordonnées, on obtient une droite qui coupe l'ordonnée des temps 0 au point $\mu_{128} = 87$ environ. La variation est donc assez lente pour qu'il n'y ait pas lieu d'en tenir compte dans le cas actuel.

» Cette décroissance de la conductibilité, qui peut expliquer la décroissance progressive de K, est très probablement due à la décomposition lente de l'éther par l'eau. Pour les acétylcyanacétates d'éthyle et de méthyle, cette décomposition fournit en effet, d'après les recherches de M. Held, deux acides beaucoup plus faibles que les composés étudiés : l'acide acétique K = 0,0018, et un acide méthénique complexe.

» La conductibilité des éthers cyanométhéniques va en décroissant pour les trois premiers termes à mesure que le poids moléculaire s'élève; elle croît à nouveau pour l'acétylcyanacétate d'isobutyle, qui n'est plus, il est vrai, un homologue normal; il est cependant à remarquer que M. Ostwald a trouvé le même fait, dans les acides gras, pour l'acide butyrique (¹). »

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Haller, à l'Institut chimique de Nancy.

MINÉRALOGIE. — *Vérification de la loi de Tschermak relative aux plagioclases et nouveau procédé d'orientation et de diagnostic des feldspaths en plaque mince*. Note de M. A. **Michel-Lévy**, présentée par M. Fouqué.

« Lorsque deux minéraux peu biréfringents sont juxtaposés en plaque très mince, ils présentent entre les nicols croisés huit positions d'égale intensité lumineuse ([1]), quatre par quatre à angles droits; l'une de ces séries amène à un commun éclairement, non seulement des deux minéraux juxtaposés, mais encore des portions de la plaque mince où ils se superposent. Dans ce qui va suivre, nous ne considérerons que les positions d'*égal éclairement total* qui peuvent être caractérisés par le plus petit angle que fait alors une des sections principales des nicols avec la trace d'un plan fixe, tel que la face g^1 (010) des plagioclases qui est jalonnée par les mâcles suivant la loi de l'albite.

» D'autre part, M. Tschermak a démontré que les divers plagioclases se comportent, au point de vue chimique, comme des mélanges d'albite et d'anorthite; Max Schuster et Mallard ont prouvé que les propriétés optiques des plagioclases étudiées sur les faces p(100) et g^1(010) se déduisent, approximativement aussi, de cette même hypothèse.

» Le plus souvent, les cristaux des plagioclases du premier temps de consolidation des roches éruptives sont zonés et présentent, du centre à la périphérie, des variations de composition chimique corrélatives de variations dans les propriétés optiques. Si la loi de Tschermak était rigoureuse, il existerait, pour chaque section d'orientation déterminée, un angle caractéristique d'éclairement commun qui correspondrait à l'effacement simultané de toutes les zones d'accroissement des plagioclases et donnerait une apparence homogène au cristal fondamental, en réalité hétérogène.

» Les épures que j'ai données ([2]) des principaux plagioclases permettent de déterminer cet angle pour chaque pôle de la projection stéréographique, et d'en dresser une épure analogue à celles qui résument les angles d'extinction. Il suffit de superposer les épures I et VII afférentes à l'albite et à l'anorthite et, en tenant compte des biréfringences, d'appliquer une formule très simple ([3]).

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 93, et t. XCIV, p. 178; 1882.

([2]) *Étude sur la détermination des feldspaths*. Paris, Baudry; 1894.

([3]) Soient b_1 et b_2 les biréfringences des sections de même orientation d'albite e

» L'épure ainsi dressée, des angles d'*égal éclairement total de l'albite et de l'anorthite,* permet une série de vérifications intéressantes et, de plus, elle donne, dans bien des cas, un moyen précieux d'orientation qui, combiné avec les angles d'extinction, supprime toute indécision dans le diagnostic des plagioclases en plaque mince, même lorsque l'on ne peut en étudier qu'une seule section.

» 1° La loi de Tschermak ne s'applique pas rigoureusement au point de vue optique : l'égal éclairement total ne se produit pas rigoureusement lorsque l'on examine des plagioclases présentant de grandes variations de composition. A ce point de vue, j'ai étudié avec fruit une série de granites récents de la Grande-Galite, que M. Vélain a bien voulu me confier et dans lesquels les plagioclases présentent une association continue de la bytownite (1 : 3 : 5) à l'oligoclase (1 : 3 : 10). Sur la face g^1 (010), l'angle d'égal éclairement total est de $+37°$ (rapporté à la trace p (100) dans le sens de Max Schuster), pour la série basique labrador-bytownite, et descend jusqu'à $+33°$ pour la série acide andésine-oligoclase. On pourrait objecter que la biréfringence plus notable des feldspaths basiques empêche l'application rigoureuse de la loi des éclairements communs. Mais il existe un cas particulier de cette loi qui n'exige plus des plaques aussi minces et des biréfringences aussi faibles : c'est la courbe suivant laquelle l'égal éclairement total coïncide avec les directions d'extinction simultanée des deux corps juxtaposés ([1]); j'ai montré que cette courbe est celle qui réunit entre eux les axes optiques des divers plagioclases intermédiaires ; or, ici encore, j'ai pu constater des différences de 4° à 5° entre les séries basiques et acides.

» 2° Néanmoins ces anomalies, importantes au point de vue théorique et que la nouvelle méthode permet de constater avec une grande délicatesse, confirment que la loi de Tschermak s'applique avec une approximation suffisante aux propriétés optiques des feldspaths intermédiaires pour en permettre l'application pratique. Un des premiers résultats obtenus

---

d'anorthite, α_1 l'angle compris entre la direction d'extinction négative d'un de ces feldspaths, et celle d'éclairement commun, α_2 le même angle compté, en sens inverse, jusqu'à la direction d'extinction positive de l'autre feldspath, on a

$$b_1 \sin 2\alpha_1 = b_2 \sin 2\alpha_2.$$

([1]) *Bull. Soc. française de Min.*, t. XVIII, n° 3; 1895.

consiste à prévoir, en partant des données de l'albite et de l'anorthite sur la face g^1 (010), que la biréfringence maxima $n_g - n_p$ des plagioclases doit passer par un minimum entre l'oligoclase et l'andésine. Si l'on admet pour l'albite et l'anorthite des biréfringences maxima de 0,009 et de 0,012, le minimum doit même descendre au-dessous de 0,006.

» 3° Sur la face g^1 (010), l'éclairement commun se fait entre + 33° et + 37° de la trace p (100); il donne donc le moyen, même en l'absence de toute autre donnée, d'orienter cette section et de permettre par la simple lecture des angles d'extinction la détermination des divers plagioclases associés. On sait en effet que l'angle d'extinction varie, d'une façon continue, de + 20° (albite) à — 43° (anorthite). Dès lors, il n'existe plus d'indécision entre la série oligoclase-albite et la série oligoclase-andésine.

» 4° La même méthode d'orientation s'applique fructueusement aux sections de la zone de symétrie perpendiculaire à g^1 (010). J'ai montré (¹) que les angles d'extinction maxima de cette zone sont caractéristiques; mais ils laissent subsister une indécision entre l'albite et certaines andésines acides (oligoclases-andésines), lorsqu'on n'a pas affaire à des cristaux montrant simultanément la mâcle de Carlsbad et celle de l'albite. Or, l'éclairement commun du cristal fondamental zoné se fait toujours, pour la série acide oligoclase-albite, du côté des extinctions par rapport à la trace de g^1 (010) et du côté inverse pour la série basique oligoclase-anorthite.

» Toute indécision est donc levée et les maxima de la zone de symétrie deviennent caractéristiques d'un bout à l'autre de la série.

» 5° La même observation peut être faite pour les extinctions si rigoureusement déterminées par M. Fouqué sur les sections perpendiculaires à la bissectrice n_p; ces sections se confondent d'ailleurs sensiblement de l'albite à l'andésine avec celles de la zone de symétrie et, pour leur appliquer la loi précédente, il suffit de rapporter l'extinction à la perpendiculaire à la trace du plan des axes, c'est-à-dire de prendre le complément des angles donnés par M. Fouqué.

» L'épure des égales intensités lumineuses de l'albite et de l'anorthite donnerait lieu à plusieurs autres observations. Ainsi, il existe deux pôles, situés respectivement sur les courbes d'extinction simultanée, dans la partie où l'on n'a aucun axe optique intermédiaire, entre celui de l'albite et celui de l'anorthite. Sur ces deux pôles, l'éclairement commun de tous

(¹) *Annales des Mines*, t. XII, p. 394; 1877.

les feldspaths se fait indifféremment dans tous les azimuts. Dès lors, quelle que soit l'hétérogénéité d'un plagioclase zoné, les zones s'effacent dans ces deux sections. »

M. **Delaurier** adresse une Note ayant pour titre : Théorie et expériences sur la différence de production d'électricité dans les piles à un ou deux liquides.

M. **Rasmassen** adresse une Note relative à une construction géométrique.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er juillet 1895.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Juillet 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Manuel d'Otologie clinique, par M. le Dr Em. Meinère. Paris, Rueff et Cie, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Marey.)

Association française pour l'avancement des Sciences. Vingt-troisième session. Caen, 1894; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série, publiée par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré et H. Resal. Tome Ier. Fasc. n° 2, année 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; in-4°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. 1895. Mercredi 19 juin; 1 fasc. in-4°.

Extrait des Mémoires de la Société zoologique de France pour l'année 1895. Paris, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Remarques sur la nomenclature bryologique, par M. Auguste Le Jolis. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Archives du Musée Teyler. Série II. Volume IV. Troisième Partie. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. in-4°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. Mars-avril 1895. Saint-Pétersbourg, 1895; 2 fasc. in-4°.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London, for the year 1894. London, 1895, Harrisson and sons; 2 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JUILLET 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la constitution physique de la Lune et l'interprétation de divers traits de sa surface, mis en évidence par les photographies;* par MM. **Lœwy** et **P. Puiseux**.

« Nous avons eu récemment l'honneur d'exposer à l'Académie le résultat d'études entreprises par le Dr Weinek sur les clichés de la Lune obtenus à l'Observatoire de Paris. Nous avons consacré de notre côté un temps considérable à l'examen de ces mêmes clichés, et nous en avons fait des amplifications sur verre de grande dimension, dont des exemplaires ont été adressés aux principales Sociétés savantes. Ces épreuves permettent de voir sans difficulté à peu près tous les détails qu'il est possible de relever au microscope dans les clichés directs. Mais leur valeur réside surtout dans la facilité qu'elles donnent pour embrasser d'un coup d'œil

des régions étendues : facilité que pourraient envier, non seulement les astronomes obligés d'employer de forts oculaires, mais aussi les géographes et les géologues appliqués à l'étude des montagnes terrestres. Nous avons été ainsi amenés à constater un certain nombre de faits, malaisés à reconnaître sur les épreuves originales, et qui nous paraissent dignes d'une sérieuse attention.

» A première vue, les accidents superficiels de la Lune, comparés à ceux de la Terre, présentent une moins grande variété de types. La forme circulaire y est constamment prédominante. A côté d'elle paraissent en nombre relativement faible des traits rectilignes, vallées, sillons ou traînées. Cette uniformité d'aspect est sans doute l'indice d'une homogénéité plus grande des matériaux. Nous savons en effet que la densité moyenne de la Lune surpasse à peine celle des couches superficielles de la Terre, et demeure, par conséquent, bien au-dessous de la densité moyenne de notre globe. D'autre part, la manière dont la Lune réfléchit et polarise la lumière paraît indiquer que sa surface est composée de substances solides, analogues à celles que nous sommes à même d'observer couramment, et, en particulier, aux roches volcaniques. Ces faits sont en harmonie parfaite avec la célèbre hypothèse de Laplace, qui considère la Lune comme un fragment détaché de la Terre, à une époque où celle-ci avait le caractère d'une nébuleuse fortement dilatée. La stabilité de l'équilibre d'une pareille masse exige que les densités y aillent en décroissant du centre à la surface; les matériaux de la Lune, empruntés exclusivement à la couche extérieure, ont dû présenter une densité générale moindre que celle de la Terre et une composition chimique plus uniforme.

» Il est possible, pourvu que l'on se résigne à faire au sujet des conditions initiales un certain nombre d'hypothèses, de reconstituer l'histoire de notre satellite, depuis l'époque où il a conquis une existence indépendante. Alors on peut chercher comment ont varié sa vitesse de rotation et l'orientation de son axe, jusqu'à quel point sa figure a pu s'écarter de celle d'une sphère. Mais il est clair que les conclusions ainsi obtenues reposent sur une base fragile, car elles ne se prêtent pas à une vérification effective. Des transformations aussi lointaines n'ont pu, en effet, laisser aucune trace à la surface de la Lune, telle que nous l'observons aujourd'hui. C'est seulement lorsque des portions étendues de sa masse sont parvenues à l'état solide et se sont fixées à un niveau relatif à peu près stable qu'il a pu s'y former des traits permanents encore reconnaissables à l'heure actuelle. D'autre part, les grands cirques de la Lune, objet principal de l'at-

tention des sélénographes, accusent par leur énorme relief et leur imposante régularité l'existence antérieure d'une écorce solide déjà très épaisse et restée depuis lors à peu près immuable. Entre ces deux périodes, celle de l'état nébulaire et celle de la fixité complète, se place nécessairement une époque de transition d'une immense durée. Le passage de la Lune de l'état liquide à l'état solide a dû commencer par la jonction progressive de bancs ou d'îlots de scories graduellement formés à la surface. Ces soudures effectuées avec difficulté et lenteur, contrariées par l'influence perturbatrice de courants d'origine diverse, ont dû constituer sur l'écorce des lignes de plus faible résistance et donner lieu à de nouvelles ruptures. Nous croyons en retrouver les traces dans les vallées et sillons rectilignes qu'une observation attentive révèle presque partout sur la surface visible de la Lune.

» Ces accidents linéaires, plus aisés à retrouver et à suivre sur les photographies que sur les cartes, peuvent être décrits d'une manière générale en peu de mots. Ce sont de larges vallées qui passent au travers des massifs montagneux, sans se préoccuper en rien de leur relief. Telles sont, pour ne citer que les plus profondes, la vallée des Alpes à l'ouest de Platon, celle qui s'étend au sud-ouest de Rheita, celles que l'on voit entre Herschel et Hipparque, entre Bode et Ukert. On aurait tort de se les figurer semblables aux vallées terrestres, progressivement élargies de leur source à leur embouchure et recevant sur leurs deux rives de nombreux affluents. Les vallées lunaires se distinguent par des caractères très nets. Elles sont presque rigoureusement rectilignes, ne se ramifient pas, gardent sur toute leur étendue une largeur à peu près uniforme. D'un bout à l'autre elles sont à peu près également déprimées au-dessous du niveau général. On ne voit point ce que sont devenus les matériaux qui auraient pu en être extraits par érosion, et rien n'indique que des alluvions les aient partiellement comblées. Examinées avec de puissants moyens optiques elles semblent posséder un fond plat, ce qui donne à croire qu'elles ont été, postérieurement à leur formation, occupées par un flot liquide qui s'y est solidifié.

» Ces vallées se rencontrent de préférence dans certaines régions de la Lune et présentent entre elles un parallélisme manifeste. Un examen attentif montrera même la superposition de deux ou trois systèmes, figurant par leurs intersections un réseau polygonal. Ainsi, certains de nos clichés datant du 14 mars de l'année dernière ou du 4 mars de cette année accusent un parallélisme évident entre cinq sillons rectilignes, les trois premiers tangents aux bords méridionaux d'Arzachel, d'Albatégnius et de

Ptolémée, les deux autres entamant les cirques Réaumur et Flammarion. Un second système, coupant le premier sous un angle d'environ 70°, est formé par des tangentes aux deux bords d'Albatégnius et d'Alphonsus, par des sillons qui entament le rempart de Ptolémée au nord-est et se dirigent vers Mœsting. On peut rattacher au même groupe la vallée spacieuse ouverte à l'ouest d'Herschel, ainsi que le Mur Droit, entre Thebit et Birt. Le cirque d'Albatégnius se trouve ainsi inscrit dans un parallélogramme, et même les angles aigus de ce parallélogramme sont coupés par des sillons assez visibles, de manière à donner l'aspect d'un hexagone régulier. La vaste dépression dont Tycho occupe le centre a nettement la forme d'un parallélogramme. Des formations semblables s'observent autour de Théophile et de Delambre. On notera aussi l'existence de deux sillons parallèles, tangents aux bords méridionaux de Clavius et de Blancanus. La partie boréale de la Lune donne lieu à des remarques analogues. Eudoxe occupe l'intérieur d'un parallélogramme formé par quatre sillons rectilignes, dont deux ont justement l'orientation de la vallée des Alpes. Non loin de là, le cirque comblé d'Egede a pour contour un losange assez régulier. La même tendance à l'alignement se reconnaît dans les entonnoirs sans rebord ou à rebord à peine appréciable que l'on voit semés en grand nombre à la surface de la Lune. On trouve souvent ces orifices réunis ensemble comme les grains d'un chapelet, rapprochés au point que les cloisons intermédiaires disparaissent et qu'il ne subsiste plus qu'un sillon unique, avec élargissements et resserrements alternatifs. On en observe deux spécimens curieux, dessinant, l'un une tangente commune intérieure aux remparts d'Almanon et d'Albuféda, l'autre une tangente commune extérieure aux remparts d'Albatégnius et de Ptolémée. Plus espacés, les entonnoirs sont quelquefois réunis par un sillon apparent. Souvent aussi le terrain qui les sépare reste uni, mais leur alignement, trop parfait pour être mis sur le compte du hasard, fait soupçonner quelque lien invisible.

» Cherchons à remonter à l'origine des formations qui viennent d'être énumérées. Des courants se sont nécessairement développés dans la masse de la Lune encore fluide. Ils ont dû, au moins dans la région équatoriale, s'orienter de préférence suivant des parallèles. Mais d'autres directions ont pu apparaître, comme le démontre amplement la variété des figures réalisées sous nos yeux par la circulation de l'eau et de l'atmosphère terrestre. Rien n'autorise à croire que ces directions soient demeurées fixes. Il est plus probable qu'elles se sont modifiées avec lenteur, en subissant

des variations périodiques ou séculaires. Tant qu'il n'y a pas eu accord entre la durée de la révolution de la Lune et celle de sa rotation, les marées ont dû provoquer des changements de niveau accentués, qui ont retardé longtemps la consolidation de l'écorce. Des scories se sont d'abord formées à la surface et agglomérées progressivement en îlots plus étendus. Partant à la dérive, heurtés les uns contre les autres, ceux-ci ont dû souvent se briser, s'enchevêtrer, ainsi qu'on le voit faire aux glaçons dans la congélation des rivières rapides. Gagnant ainsi en épaisseur, ils ont constitué les plus anciennes régions de la Lune, ces hauts plateaux bosselés et fracturés, aux dépens desquels se sont formés les cirques. Des bancs de scories d'une grande étendue ont fini par couvrir la surface presque entière de la planète et par ne laisser que d'étroits passages à la circulation. Les frottements prolongés qui se sont produits entre des îlots voisins animés de vitesses un peu différentes ont détruit les parties saillantes, faisant ainsi apparaître des portions de contour rectilignes qui ont facilité les soudures ultérieures. Des faits de ce genre s'observent constamment sur les glaçons formés à la surface des fleuves dans les hivers rigoureux. La forme polygonale y est presque de règle. Au fond, le mécanisme qui conduit à ces apparences géométriques est le même que celui qui amène la formation des berges rectilignes dans les rivières à courant rapide.

» La masse fluide d'une planète, tout en prenant part à une circulation générale, ne peut manquer d'éprouver des mouvements oscillatoires périodiques sous l'influence de la gravité. Ces mouvements superposés au premier impriment des vitesses inégales aux masses qui flottent à la surface et qui, en raison même de leur étendue, sont toujours plus ou moins entravées dans leurs déplacements. Ces différences de vitesses donnent lieu à de nouveaux frottements, et à des formations rectilignes de sens différents des premières. Étant donnée la variété des forces mises en jeu, nous ne devons pas nous étonner si les lignes demeurées visibles, après la soudure définitive, ne présentent pas une entière unité de plan, et ne se rattachent pas toutes à des groupes nettement définis. Le fait du parallélisme des sillons dans une région donnée indiquerait la prédominance de courants de même direction dans la masse liquide à l'époque où la consolidation superficielle s'est achevée. La présence simultanée de deux systèmes de rainures d'orientation différente révèle un changement systématique dans le sens des courants, changement analogue à ceux que nous voyons se produire quotidiennement sous l'action des marées.

» Portons notre attention sur la partie de l'écorce ainsi détachée de l'en-

semble par une cassure. Si elle a encore une certaine liberté dans ses mouvements, elle va s'éloigner à la dérive, élargissant par degrés la fente de séparation, qui finira par atteindre les proportions d'une vallée spacieuse. Que le mouvement vienne à être entravé nous aurons un canal plus ou moins large entre l'îlot et le continent principal. La surface de ce canal venant à se solidifier à son tour, il se transforme en une vallée à fond plat comprise entre deux berges escarpées.

» Cette explication convient particulièrement à la vallée des Alpes, dont la forme si nette a déjà conduit le professeur Suess à penser qu'il y avait eu déplacement latéral de certaines parties de l'écorce par rapport aux autres. Nous croyons avoir démontré que le phénomène dont nous venons d'indiquer la marche et les causes possède un caractère général et que les courants superficiels, favorisés par l'homogénéité relative de la masse de la Lune, ont amené l'apparition de tout un ensemble de formations rectilignes disposées sur un plan simple et encore reconnaissable à l'heure actuelle. On peut, croyons-nous, expliquer de la même manière les grandes fissures ouvertes en plaine, notamment Ariadœus et Hyginus. Il est même remarquable que ces fissures voisines de l'équateur coupent les méridiens à peu près à angle droit et que celles qui se rencontrent à des latitudes plus élevées tendent à devenir parallèles aux méridiens. Nous retrouverions ainsi la loi générale qui préside sur la Terre à la circulation des eaux marines.

» Les vues que nous venons d'émettre perdront évidemment de leur caractère hypothétique et prendront un intérêt plus grand à mesure qu'il sera possible de les soumettre à des vérifications plus nettes et plus nombreuses. Nous en signalerons deux, auxquelles l'emploi des clichés agrandis se prête particulièrement bien.

» Si les vallées rectilignes sont, comme nous l'avons admis, des soudures imparfaites provenant de cassures anciennes, elles forment nécessairement sur l'écorce solide des lignes de moindre résistance. Tout le long de ces lignes, les forces éruptives ou les agents d'érosion ont dû trouver des facilités particulières pour se faire jour. On s'explique ainsi les alignements fréquents de petits cratères, la présence habituelle sur le trajet des sillons d'entonnoirs sans rebord qui peuvent être considérés comme des points d'effondrement ou comme des orifices d'explosion.

» En second lieu, si les sillons rectilignes remontent, comme nous le croyons, à l'époque de la solidification superficielle, leur présence n'a pas dû être sans influence sur les formations ultérieures. Admettons qu'il se

produise, sous un point de la croûte déjà parvenue à une épaisseur plus grande, un abaissement de pression capable d'amener un effondrement. De tels changements ont pu survenir soit par le refroidissement progressif du globe lunaire, soit par le retrait consécutif à une violente éruption, soit par l'oscillation des marées intérieures. Dans une croûte homogène, l'effondrement embrasserait une aire à peu près circulaire, ayant pour centre le point où la pression tombe à sa valeur minima. Mais si la croûte présente des cassures antérieures et des lignes de moindre résistance, ces lignes serviront, dans bien des cas, de limite à la région affaissée. Or, après la forme régulièrement circulaire, la forme polygonale est celle qu'accusent le plus fréquemment les dépressions profondes de la surface lunaire. C'est ainsi que nous avons relevé de nombreux exemples de sillons rectilignes tangents au rempart extérieur des cirques. Cette circonstance paraît avoir joué un rôle essentiel dans la limitation des vastes enceintes désignées par les noms de Ptolémée, d'Albatégnius et d'Arzachel.

» Nous n'entreprendrons pas ici de discuter et de compléter les diverses théories proposées au sujet de ces formations curieuses. Les remarques précédentes suffiront, croyons-nous, pour montrer combien sont variées et instructives les indications que l'on peut recueillir dans les clichés lunaires de l'Observatoire de Paris. Notre projet est de les faire servir de base pour la construction d'une Carte générale à l'échelle de 1^{mm} pour 1800^{m}. Une Carte semblable serait précieuse, même au point de vue de l'étude de la Terre, en donnant la reproduction fidèle d'accidents qui ont sans doute eu leurs analogues sur notre globe, et qui ont trouvé sur la Lune des conditions plus favorables à leur conservation intégrale. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la manière dont se régularise au loin, en s'y réduisant à une houle simple, toute agitation confuse mais périodique des flots;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Imaginons qu'une série d'impulsions exercées en un même endroit de la nappe liquide ([1]) et à intervalles égaux, comme, par exemple, celles de solides alternativement immergés et sortis, ou d'un vent accompagné de tourbillons ou de rafales sensiblement périodiques, se prolonge assez pour engendrer et entretenir tout autour, dans la masse fluide, une agita-

---

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 15.

tion ayant la même période $2T$ que ces impulsions; et considérons l'agitation ainsi entretenue, non dans son lieu de naissance, mais quelque part assez loin pour qu'elle semble presque y venir de l'infini et la surface y avoir une de ses courbures nulle, c'est-à-dire une forme cylindrique. Il est naturel que le mouvement propagé dans une telle région soit réductible à des mouvements plus simples admettant sa période $2T$ et une progression analogue, c'est-à-dire soit décomposable en une infinité de systèmes de houles à demi-périodes sous-multiples de T, car celles-ci constituent évidemment le type idéal ou simple des mouvements de l'espèce considérée.

» Cela étant admis, si l'on se donne arbitrairement, sur une première section verticale $x = 0$ parallèle aux génératrices rectilignes de la surface, la dénivellation h de l'eau en fonction périodique de t, la série de Fourier appliquée au développement de cette fonction fera connaître les deux coefficients respectifs qu'y auront le cosinus et le sinus de chaque arc proportionnel à un multiple quelconque $\frac{i\pi t}{T}$ de $\frac{\pi t}{T}$; et la somme des deux termes de la série correspondants, mise sous la forme $H_i \cos\left(K_i - \frac{i\pi t}{T}\right)$, sera sur la section $x = 0$ l'expression de l'ordonnée h de la houle simple de demi-période $\frac{T}{i}$ entrant dans la composition de l'agitation complexe dont il s'agit. Par suite, en appelant T_i cette demi-période, ω_i et L_i la vitesse de propagation et la demi-longueur d'onde corrélatives, on déduira de la formule (7), pour le potentiel φ_i des vitesses dans la houle partielle considérée, vu la phase du mouvement indiquée à l'origine $x = 0$ par la constante K_i,

$$\varphi_i = H_i \omega_i e^{-\pi\frac{z}{L_i}} \sin\left(K_i + \pi\frac{x}{L_i} - \pi\frac{t}{T_i}\right). \tag{16}$$

» La série n'aura pas de premier terme, indépendant de t, ou de période infinie, si l'agitation reste sans influence sensible aux très grandes profondeurs, comme nous l'admettons. Car la houle simple correspondant à ce terme, c'est-à-dire de période infinie et d'une vitesse ω de propagation infinie aussi, se ferait sentir jusqu'au fond, en y produisant des déplacements infiniment lents, il est vrai, de même que dans tout le fluide, mais aussi grands qu'à la surface libre, vu la lenteur alors infinie de variation de l'exponentielle $e^{-\pi\frac{z}{L}}$ avec z.

» D'ailleurs, la superposition de toutes les houles considérées, en tenant

compte pour chacune de sa lente diminution aux distances x croissantes, reproduira bien l'agitation effective, telle qu'elle a lieu non seulement sur la section $x = 0$, mais encore sur les sections plus éloignées du centre des ébranlements ou à abscisse x positive. Car les équations (3), (4), (5) du phénomène, même avec mise en compte des frottements, sont linéaires à une première approximation; et leurs intégrales générales se forment par addition d'intégrales plus simples. Donc, chaque système de vagues entrant, aux environs de la section $x = 0$, dans la composition de l'agitation donnée, se propage et s'affaiblit à partir de là *comme s'il était seul.*

» II. Les formules (14) et (15) nous permettent d'apprécier la manière dont s'atténueront et s'évanouiront ainsi successivement soit la plus longue de ces houles, celle de demi-période T, qu'on peut appeler la *houle fondamentale*, soit les autres, à périodes sous-multiples de 2T, et qu'on peut appeler les *harmoniques* de la houle fondamentale. Si α_1 désigne le coefficient d'extinction de celle-ci, et α_2, α_3, ..., ceux de ses harmoniques de période 2 fois, 3 fois, ..., plus courte, les exponentielles correspondantes $e^{-\alpha_1 x}$, $e^{-\alpha_2 x}$, $e^{-\alpha_3 x}$, ..., qui exprimeront, dans (14), à quelle fraction des hauteurs primitives $H_0 = H_i$ les diverses houles simples se trouvent réduites après le parcours x, seront respectivement, en appelant f la première d'entre elles, f, f^{2^5}, f^{3^5}, ..., c'est-à-dire f, f^{32}, f^{243}, ... Or ce sont, à l'exception de la première, des fractions extrêmement petites, dès que f est un peu moindre que 1. Par exemple, pour $f = \frac{3}{4}$, $f^{32} = 0{,}000100$; pour $f = \frac{7}{8}$, $f^{32} = 0{,}014$, etc. Ainsi, tout parcours x qui commence à atténuer, dans un rapport tant soit peu sensible, la houle fondamentale, annihile ou éteint presque ses harmoniques et suffit pour l'en débarrasser.

» La houle fondamentale jouit donc, comparée à ses harmoniques, d'une *longévité* qui lui assure sur elles une survivance presque infinie. C'est au point que le chemin x employé, durant la première partie de sa course, à la dégager du chaos primitif où elle a pris naissance, peut être considéré dans son parcours total comme une courte période préparatoire, et la disparition des harmoniques qui s'y produit, comme une rapide évolution de sa forme vers un type régulier et simple, qui persiste ensuite jusqu'à extinction à travers le lent et indéfini décroissement de la hauteur.

» On voit par quelle sorte de sélection naturelle, opérée sur un trajet de quelques centaines à un millier environ de kilomètres, il peut sortir du mélange confus des lames soulevées par une tempête, cette belle et majestueuse houle du calme que les marins ont assez souvent l'occasion d'observer.

» III. Il ne faut pas oublier toutefois que l'extinction d'une houle même fort courte exige, pour se produire, un parcours très supérieur à une longueur d'onde; de sorte qu'à chaque instant un grand nombre de vagues successives ont presque même hauteur, comme nous l'avons supposé en admettant une première approximation où les frottements sont négligeables. Cela résulte de la petitesse extrême du coefficient ε dans les mouvements bien continus.

» Par exemple, la hauteur n'est réduite de $\frac{1}{100}$ de sa valeur initiale H_0 que lorsqu'on a $e^{-\alpha x} = 0,99$, ou, à fort peu près, $\alpha x = 0,01$, c'est-à-dire encore, d'après le second membre de (15),

$$(17) \qquad \frac{x}{2L} = \frac{0,01}{2\alpha L} = (\text{environ})\ 171\ L\sqrt{L}.$$

» Ainsi, dans une houle, cependant bien courte, de 2^m de longueur d'onde, ou pour laquelle on a $L = 1$, chaque vague ne perd un centième de sa hauteur qu'après avoir parcouru 171 fois sa largeur complète. Autrement dit, il y a côte à côte plus de 170 vagues successives qui diffèrent en hauteur de moins de $\frac{1}{100}$. Et, dans une houle moins courte, il y en aurait plus encore, savoir, comme la puissance $\frac{3}{2}$ de la longueur d'onde.

» On pouvait donc bien négliger les frottements à une première approximation.

» Nous supposons néanmoins, dans tous ces calculs, que les vagues sont assez peu aiguës à leur sommet, ou d'une hauteur $2H$ assez faible comparativement à leur longueur $2L$, pour ne pas *déferler*. Car des déferlements même à peine sensibles, ou tendant seulement à s'accuser, entraîneraient des discontinuités de la masse fluide, avec production de mouvements tourbillonnaires qui changeraient beaucoup la nature du frottement et accroîtraient sa valeur dans d'énormes rapports. C'est ce qui arrive très souvent aux petites distances de la région où naissent les ondes, et alors leur décroissement est, par suite, bien plus rapide que ne l'indiquent les formules précédentes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de zinc sur la résorcine.* Note de M. E. GRIMAUX.

« L'action du chlorure de zinc sur la résorcine en présence de divers corps a été souvent étudiée, mais on ne paraît pas avoir cherché quels sont

les produits que fournit le chlorure de zinc en agissant sur la résorcine seule. J'ai étudié cette réaction pour essayer d'obtenir le véritable éther résorcinique $OH-C^6H^4-O-C^6H^4-OH$, mais elle a fourni des résultats différents.

» Quand on chauffe parties égales de résorcine et de chlorure de zinc au bain d'huile, on constate que la réaction commence à se déclarer vers 130°; en maintenant le mélange pendant cinq à six heures à 135°-145°, on obtient, outre une grande quantité de résorcine (jusqu'à 50 pour 100) qui n'a pas réagi, des matières résineuses jaune-brun à fluorescence verte dans les alcalis, et en très petite quantité deux corps cristallisables, incolores, fondant l'un à 225°, l'autre à 261°.

» Pour les isoler, on opère de la façon suivante : on chauffe la masse avec son poids d'eau à l'ébullition, on laisse refroidir et l'on filtre. Cette solution, qui renferme la résorcine non attaquée et le chlorure de zinc, est fortement colorée en jaune. Abandonnée à elle-même, elle dépose spontanément, pendant plusieurs jours, des cristaux mélangés de matières résineuses qui s'attachent en grande partie aux parois du ballon. Après une semaine, quand ce dépôt n'augmente plus, on recueille les cristaux et on les purifie, par deux ou trois cristallisations, dans 100 parties d'eau bouillante en présence du noir animal; il se sépare, par le refroidissement, des aiguilles incolores ou faiblement colorées, se dissolvant dans les alcalis avec une fluorescence bleue, et fondant à 225°. On obtient de nouvelles quantités de ce corps en reprenant la résine, à cinq ou six reprises, par son poids d'eau bouillante, et purifiant le dépôt de la même manière.

» La résine insoluble dans l'eau est séchée et reprise par le toluène à l'ébullition, environ 50 parties. Le toluène, par refroidissement, dépose des cristaux durs que l'on purifie par des cristallisations dans 20 parties d'alcool à 50° bouillant, en présence de noir animal.

» Enfin, les portions insolubles dans l'eau et le toluène, qui forment la plus grande partie du produit de la réaction, constituent une poudre amorphe, brun-rouge, se dissolvant dans les alcalis en rouge-brun avec fluorescence verte intense. Ces substances paraissent identiques avec le corps obtenu par Barth et Weidell dans l'action à 180° de l'acide chlorhydrique sur la résorcine et appelé improprement *éther résorcinique*.

» *Corps fusible à 225°*. — Il est en petites aiguilles incolores, sublimables en aiguilles cotonneuses solubles dans l'alcool, l'acétone, peu solubles dans l'éther, se dissolvant dans 100 parties d'eau bouillante. Ses solutions

aqueuses froides présentent une fluorescence bleue qui augmente considérablement quand on le dissout dans les alcalis. La fluorescence de sa solution ammoniacale est encore visible à $\frac{1}{3000000}$. Il se dissout également avec fluorescence bleue dans l'acide sulfurique concentré. Sa solution aqueuse bouillante, additionnée d'eau de brome, fournit un précipité qui, purifié par recristallisation dans l'alcool à 50°, fond à 194° et se dissout dans les alcalis avec une fluorescence verte.

» Tous ces caractères, ainsi que l'analyse centésimale [1] identifient ce corps avec l'ombelliférone ou méthoxycoumarine $C^9H^6O^3$. Il ne s'en forme environ que 1 pour 100 de la résorcine mise en réaction. Ce faible rendement vient de ce que l'ombelliférone, chauffée avec de l'acide sulfurique ou le chlorure de zinc, se transforme en matières résineuses à fluorescence alcaline verte.

» La formation de l'ombelliférone explique le fait observé par Brunner, qui, en faisant réagir la nitrobenzine sur la résorcine en présence de chlorure de zinc, a observé la production d'un corps à fluorescence bleue qu'il n'a pas isolé, et dans la production duquel la nitrobenzine ne joue aucun rôle.

» *Corps fusible à* 261°. — Il est en petites aiguilles incolores, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'acétone, l'éther, se dissolvant à l'ébullition dans 20 parties d'alcool à 50°; et dans 100 parties de toluène. Il se sublime avec décomposition partielle en longues aiguilles ressemblant à celles de l'anhydride phtalique. Peu soluble dans l'ammoniaque, il se dissout dans la potasse, et ses solutions alcalines ne présentent aucune fluorescence.

» Il n'est pas coloré par le chlorure ferrique. Chauffé avec du chlorure de zinc ou de l'acide sulfurique, il se détruit avec formation de corps à fluorescence alcaline verte. Aussi ne se forme-t-il qu'en petite quantité : 5 à 6 pour 100 de la résorcine entrée en réaction.

» Chauffé avec de l'anhydride phtalique, il ne donne aucune réaction apparente, rien de comparable à la fluorescéine.

» L'analyse conduit à la formule $C^{24}H^{18}O^5$, qui représente l'union de

---

[1] Analyse :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé $C^9H^6O^3$.
C	66,55	66,45	66,66
H	3,84	3,58	3,70

quatre molécules de résorcine avec élimination de trois molécules d'eau (¹).

» Ce corps, qui se forme en trop petite quantité pour qu'on puisse en déterminer la constitution, ne me paraît pas prendre naissance par perte d'eau faite aux dépens des groupes OH de la résorcine, et constituer un éther résorcinique analogue aux alcools poly-éthyléniques, éther qui réagirait sur l'anhydride phtalique. Il me semble plutôt qu'une partie de l'hydrogène enlevé doit l'être au groupe C^6H^4. La même observation s'applique au corps décrit par Barth et Weidell, sous le nom d'*éther résorcinique*, et qui me semble devoir être représenté par un poids moléculaire très élevé. A l'appui de cette manière de voir, on doit signaler le fait observé par Barth et Weidell, qui, en oxydant leur éther résorcinique, ont obtenu de l'acide métaphtalique. La formation de cet acide porte à admettre, dans les produits de condensation de la résorcine, l'existence d'un groupe $C^6H^4\begin{matrix}\diagup C^6\\ \diagdown C^0\end{matrix}$ en position méta. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Comparaison de l'énergie mise en œuvre par les muscles dans les cas de travail positif et de travail négatif correspondant*; par M. A. CHAUVEAU.

« Le *travail négatif* effectué par les muscles les échauffe toujours moins que le *travail positif* : c'est ce que les expériences dont j'ai exposé les résultats dans la dernière séance ne permettent plus de mettre en doute. Comment interpréter ce fait absolument établi? Est-il possible de démontrer qu'il est en parfaite harmonie avec nos connaissances sur le travail intérieur de la contraction musculaire et sur la valeur de l'énergie qu'elle mobilise, quand le muscle est employé au soulèvement et à l'abaissement des charges?

» L'inégalité d'échauffement dans les deux cas signalés et surtout la suprématie que possède, à cet égard, le travail positif surprennent quelque peu au premier abord; en effet, toute l'énergie mobilisée pour l'exécution du travail négatif se résout finalement en chaleur sensible, tandis que, avec le travail positif, une partie seulement de l'énergie qu'il met en jeu subit

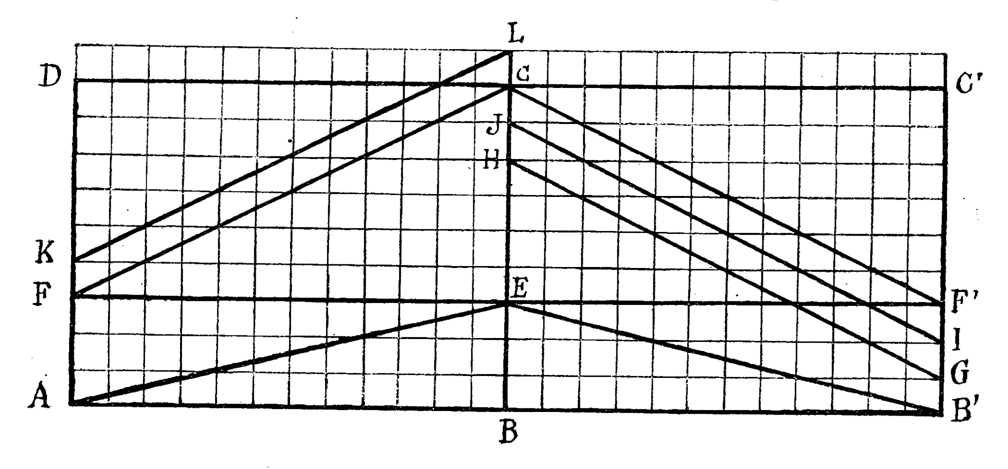
(¹) Analyse :

	Trouvé.	Calculé $C^{24}H^{18}O^5$.
C	74,13	74,61
H	4,67	4,66

cette transformation, l'autre partie restant emmagasinée dans le travail mécanique accompli.

» Une seule interprétation est possible et s'impose inévitablement. On est forcé d'admettre que le travail négatif réclame l'emploi de moins d'énergie que le travail positif correspondant. Or, si le travail mécanique, quand il est négatif, entraîne une moindre dépense, c'est nécessairement parce qu'il exige moins de *travail intérieur* préalable, de ce travail intérieur que j'ai qualifié *travail physiologique* et que j'ai défini une *création d'élasticité active* dans laquelle s'absorbe temporairement toute l'énergie mise en œuvre. Expliquons-nous sur cette inégalité nécessaire du travail intérieur.

» *Exposition des conditions qui entraînent une différence d'activité du travail physiologique du muscle (création d'élasticité) suivant que le travail mécanique accompli par ce dernier est positif ou négatif.* — Pour suivre les développements que j'ai à donner à ce sujet, il convient d'avoir présent à l'esprit le résultat de mes démonstrations sur le cas simple de la *contraction* ou de l'*effort statique* employé au *soutien fixe* d'une charge, par un muscle plus ou moins raccourci pendant un temps plus ou moins long. Le travail physiologique, dans ce cas, équivaut au produit de la charge multipliée par le degré de raccourcissement musculaire et par la durée du soutien. Donc, en supposant qu'un muscle en plein relâchement se raccourcisse de A en F (voir la figure) pour soutenir une charge donnée, à la



hauteur F, pendant un temps déterminé, soit 24 secondes, la valeur du *travail physiologique* sera représentée par le parallélogramme AB'F'F. Ce serait le parallélogramme AB'C'D qui figurerait cette valeur si, dans le cas considéré, le raccourcissement musculaire se prononçait jusqu'en D.

» Envisageons maintenant, non plus cette *contraction* ou cet *effort statique,* mais bien une *contraction dynamique*, élevant ou abaissant successivement, sans interruption et avec régularité, la même charge qui était simplement soutenue tout à l'heure; dans cette nouvelle opération, de même durée que la première, le travail physiologique du muscle, considéré exclusivement *au point de vue du soutien de la charge,* prendra successivement toutes les valeurs intermédiaires entre zéro et la valeur attribuée au raccourcissement F. Sans doute, ce rôle d'agent d'équilibration n'est pas le seul qui soit rempli par le muscle; il faut compter aussi avec son rôle d'agent de transport. Mais la *fonction statique* de la *contraction dynamique* est un élément qu'on peut abstraire aisément. Admettons donc, pour un instant, que le soutien de la charge a été fugitivement fixe en chacune des positions éphémères qu'elle prend dans le mouvement uniforme qui l'entraîne. La valeur du travail physiologique accompli par le muscle serait alors égale à la moitié de celle du travail physiologique qu'exige le soutien fixe *vrai* (contraction statique) à la hauteur où la charge est soulevée et d'où elle descend, pendant le travail mécanique, positif ou négatif.

» La partie inférieure de notre construction graphique donne du fait une représentation schématique très claire qui me dispense d'insister. Dans cette figure, la somme des triangles ABE (*soutien à la montée*) et BB'E (*soutien à la descente*) est égale à la moitié de l'aire AB'F'F (*soutien à hauteur fixe*).

» Considérons maintenant le phénomène dans son ensemble, sans en retrancher l'élément *soulèvement* ou *abaissement* de la charge. Nous nous rendons parfaitement compte que la valeur du travail physiologique nécessité par l'équilibration de cette charge subit, du fait du déplacement vertical de la masse, une importante modification. Celle-ci se produit nécessairement en sens inverse, suivant que le travail extérieur est positif ou négatif. Ainsi, pendant le *travail positif*, à la résistance que le muscle oppose à la charge pour l'équilibrer s'ajoute l'effort qu'exige le soulèvement du poids. Pendant le *travail négatif*, au contraire, non seulement cet effort n'a pas à intervenir, mais il compte en moins, parce que la charge, en descendant, allège d'autant la résistance qne le muscle consacre au soutien ou à l'équilibration de cette charge. Le fait est représenté graphiquement par certains détails de la figure, interprétés ci-après.

» On a supposé que, dans le cas de *travail positif*, le parallélogramme très allongé FCLK représente la valeur conventionnelle du travail physio-

logique répondant à l'effort qui opère le soulèvement de la charge, de la hauteur F à la hauteur D. Par conséquent, ce parallélogramme s'ajoute au trapèze ABCF et agrandit d'autant l'aire qui figure la valeur totale du travail physiologique, laquelle devient alors ABLK.

» Dans le cas de *travail négatif*, au contraire, le parallélogramme de même forme et de même valeur IF'CJ doit être retranché du trapèze qui figure le travail physiologique théoriquement nécessaire au soutien simple de la charge. L'aire représentative du travail physiologique réel se trouve ainsi réduite au trapèze BB'IJ.

» *Comparaison des processus chimiques qui interviennent dans l'accomplissement du travail positif et du travail négatif correspondant.* — Les aires ABLK et BB'IJ, qui figurent la valeur de travail physiologique, partant celle de l'énergie mise en œuvre par ledit travail, représentent-elles également la valeur du processus chimique, qui est la source habituelle de cette énergie? Les faits autorisent à répondre : oui, pour ce qui concerne le travail de soulèvement des charges; non, pour celui de l'abaissement. En effet, dans ce dernier cas, il y a du travail mécanique détruit. Avant de disparaître, c'est-à-dire de se transformer en chaleur résiduelle, il concourt à fournir la force qu'exige la création de l'élasticité musculaire qui soutient la charge à la descente. Il représente ainsi une certaine somme d'énergie immédiatement disponible qui épargne nécessairement une partie de l'énergie chimique d'où la contraction musculaire tire la force nécessaire à sa production.

» Donc, pour figurer graphiquement la dépense chimique dans les deux cas considérés, il faut donner à celle du travail négatif la valeur de l'aire BB'GH, c'est-à-dire l'aire qui représente le travail physiologique, diminuée de la bande GIJH figurant la valeur du travail mécanique détruit. Quant à la dépense chimique qui est faite par le travail positif, elle reste proportionnelle au travail physiologique lui-même, c'est-à-dire à l'aire du grand trapèze ABLK.

» *Conséquences des résultats de la comparaison précédente relativement à la valeur proportionnelle des échanges respiratoires dans les cas de travail positif et de travail négatif.* — Une démonstration saisissante des vues qui viennent d'être exposées est donnée par l'étude des échanges respiratoires. Étant admis que le processus chimique, source du travail physiologique, est, au moins dans ses résultats finaux, un processus de combustion, il s'ensuit que les coefficients respiratoires doivent se montrer exactement proportionnels à la valeur du processus chimique telle que nous venons de la

déterminer, et non pas à celle du processus physiologique. C'est, en effet, ce que l'expérience démontre. Mais ce point mérite d'être traité à part.

» *Confirmation des propositions ci-devant formulées par leur accord avec la marche du processus thermogénétique, dans tous les cas d'effort statique ou dynamique effectué par le muscle.* — Nous pouvons nous expliquer maintenant en pleine connaissance de cause les caractères de l'échauffement musculaire, tels qu'ils ont été constatés dans mes diverses expériences. L'harmonie est telle entre les prévisions théoriques et les réalisations pratiques qu'on s'étonne même de la trouver aussi complète, étant donnée la grande imperfection des conditions et des moyens expérimentaux utilisés dans les recherches.

» Cette harmonie se révèle parfaitement dans les chiffres que je vais rappeler. Ils ont une signification d'autant plus saisissante que, à l'époque où ils ont été recueillis, j'étais influencé par les idées courantes à l'encontre desquelles allaient les résultats que je constatais dans mes expériences : ce qui ne m'a pas empêché de publier ces chiffres comme s'ils eussent satisfait à toutes mes préoccupations théoriques du moment.

» A. Il est à peine besoin de parler de ceux qui se rapportent à la comparaison de l'échauffement dans le cas de *travail positif* et de *travail négatif*. C'est seulement pour mémoire que je les fais figurer à cette place. Je n'ai plus rien à en dire, sinon pour rappeler que c'est justement la répétition persistante des résultats représentés par ces chiffres qui m'a suggéré la rectification que j'apporte à ma conception systématique de l'énergétique du système musculaire. D'après les nouveaux principes que je fais intervenir, le travail négatif *doit* être moins thermogène que le travail positif. Et, en effet, il en est sûrement ainsi, puisque les trois séries d'expériences rapportées, tant dans ma dernière Communication que dans mon Livre (p. 169), ont donné les résultats suivants :

	A. Échauffement dans le cas de travail négatif.	B. Échauffement dans le cas de travail positif.	C. Différence (B — A).	D. Quotient $\left(\frac{A}{B}\right)$.
Première série.....	0°,095	0°,108	—0°,013	0,88
Deuxième série.....	0,093	0,121	—0,028	0,77
Troisième série.....	0,239	0,310	—0,071	0,77

» B. Voici maintenant le *cas de l'effort dynamique total sans travail extérieur* (*effet de la montée neutralisé par celui de la descente*), *en comparaison avec l'effort statique* (*soutien fixe de la charge dans les deux positions répon-*

dant au point de départ et au point d'arrivée). La théorie indique que l'échauffement, dans le premier cas, *doit* être inférieur à la moyenne des deux échauffements dans le deuxième cas. Or, les faits répondent parfaitement aux prévisions théoriques. En effet, on trouve, page 152 de mon Livre, les chiffres qui suivent pour l'échauffement respectif du muscle biceps dans les deux cas comparés :

a. Soutien fixe à $-40°$	$0°,075$
b. Soutien fixe à $+20°$	$0,200$
c. Moyenne $\left(\frac{a+b}{2}\right)$	$0,138$
d. Montée et descente entre $-40°$ et $+20°$	$0,120$
e. Différence entre *c* et *d*	$0,018$
f. Rapport de *d* à *c*	$0,87$

» C. Enfin se présente le *cas de l'effort dynamique employé à faire du travail mécanique positif, en comparaison avec le cas des efforts statiques correspondants*. D'après les principes ci-devant exposés, l'échauffement *doit* être, dans le premier cas, exactement la moyenne des deux échauffements constatés dans le second. Ici encore les faits observés sont en accord avec les faits prévus, comme le démontrent les résultats relatés à la page 168 du Livre :

a. Soutien fixe à $-40°$	$0°,126$
b. Soutien fixe à $+20°$	$0,238$
c. Moyenne $\left(\frac{a+b}{2}\right)$	$0,182$
d. Soulèvement de $-40°$ à $+20°$	$0,183$

» Il serait difficile de trouver une plus parfaite égalité. Cette perfection n'est sûrement, comme je l'ai déjà fait remarquer dans mon Livre, qu'une rencontre accidentelle. On aurait tort d'y compter et de la rechercher avec les procédés imparfaits auxquels j'ai dû avoir recours. Mais elle n'en est que plus démonstrative, quand on est assuré d'avoir expérimenté d'une manière irréprochable.

» *En résumé*, le *travail négatif* met en œuvre moins d'énergie que le *travail positif*, parce que l'effort musculaire qu'exige celui-ci est plus considérable.

» Dans le cas de *travail positif*, le muscle emprunte l'énergie avec laquelle il crée son élasticité physiologique, essence même de la contraction musculaire, exclusivement aux processus chimiques, qui deviennent alors plus actifs dans le tissu du muscle.

» Dans le cas de *travail négatif*, une partie de cette énergie est fournie par le travail mécanique détruit. Mais ce travail avait eu lui-même pour origine le métabolisme chimique du muscle, au moment du soulèvement de la charge.

» Ces propositions ne changent rien aux principes fondamentaux que j'ai établis, sur le mécanisme du travail musculaire. Elles mettent seulement au point quelques détails qui étaient restés indécis, faute de données précises sur la valeur de l'énergie originelle et du travail intérieur avec lesquels le muscle effectue le travail mécanique extérieur.

» En somme, l'élasticité musculaire créée dans le cas de contraction dynamique, pour le soulèvement d'une charge, a deux rôles à remplir : 1° équilibrer la charge dans toutes les positions qu'elle prend ; 2° la faire passer d'une position à une autre. La valeur de l'énergie consacrée au premier rôle est toujours la moitié de celle qui est nécessaire au soutien fixe de la charge à la hauteur maxima où celle-ci est soulevée par la contraction dynamique : $\frac{\textit{Énergie statique}}{2}$. Il s'y ajoute nécessairement l'énergie qui provoque le passage de la charge d'une position à une autre, c'est-à-dire la valeur même du travail mécanique accompli.

» Dans le cas de *travail négatif*, la même distinction s'impose ; mais elle entraîne des conséquences inverses. La dépense théorique de l'énergie consacrée au soutien de la charge, dans toutes les positions prises par cette charge, est toujours comme ci-dessus : $\frac{\textit{Énergie statique}}{2}$; mais il faut retrancher de cette dépense théorique la valeur du travail mécanique ; en se détruisant, en effet, il allège d'autant l'effort que le muscle effectue pour résister à la traction de la charge et en opérer le soutien.

» Toutes les déterminations d'échauffement final, y compris celles qui figurent déjà dans mon Livre, sont en accord avec ces propositions. Il en est de même des déterminations relatives au processus des combustions, sources de l'énergie, qui seront examinées à part. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Loi de la distribution du magnétisme moyen à la surface du globe*. Note de M. le général **Alexis de Tillo**.

« La loi de la distribution du magnétisme moyen à la surface du globe se réduit à une formule très simple : c'est celle que donnerait un aimant

situé au centre de la Terre et dont l'axe coïnciderait avec l'axe de rotation du globe.

» Soient φ la latitude; H la force horizontale; V le potentiel magnétique; Z la force verticale; J l'inclinaison et T la force magnétique totale. Pour calculer tous les éléments du magnétisme moyen, d'après cette loi, nous avons les formules

$$H = H_0 \cos\varphi,$$
$$V = H_0 \sin\varphi,$$
$$Z = 2V,$$
$$\text{tang} J = 2 \,\text{tang}\varphi,$$
$$T = \frac{H}{\cos J} = \frac{Z}{\sin J}.$$

» *La constante* H_0, *qui rend les écarts entre les observations et la théorie aussi petits que possible, est égale à* 0,328 *dynes*.

» Le Tableau A contient les éléments magnétiques moyens, obtenus d'après la théorie, au moyen de $H_0 = 0,328$ C.G.S.

Tableau A. — *Éléments magnétiques moyens d'après la théorie. Unités électriques.*

Latitudes.	H.	V.	Z.	J.	T.
90°	0,000	0,328	0,656	90°,0	0,656
80	0,057	0,323	0,646	85,0	0,651
70	0,112	0,308	0,616	79,7	0,624
60	0,164	0,284	0,568	73,9	0,591
50	0,210	0,251	0,502	67,2	0,543
40	0,251	0,210	0,420	59,2	0,490
30	0,284	0,164	0,328	49,1	0,434
20	0,308	0,112	0,224	36,0	0,381
10	0,323	0,057	0,114	19,4	0,342
0	0,328	0,000	0,000	00,0	0,328

» Dans les Tableaux B et C, je donne : dans les premières colonnes, les valeurs moyennes des éléments pour l'époque 1859, d'après les Cartes magnétiques (1829, 1842, 1880, 1885); dans les secondes colonnes, les différences entre les valeurs données par la théorie et les valeurs observées. Pour les latitudes 90° N., 80° et 90° S., j'ai dû naturellement recourir à l'extrapolation.

TABLEAUX DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES MOYENS OBSERVÉS : H_c, V_c, Z_c, J_c, T_c, ET DES DIFFÉRENCES ENTRE LA THÉORIE ET LES CARTES : $H - H_c$, $V - V_c$, $Z - Z_c$, $J - J_c$, $T - T_c$, POUR L'ÉPOQUE 1859.

TABLEAU B. — *Force horizontale, potentiel et force verticale.*
Unités électriques.

Latitudes.	H_c.	$H - H_c$.	V_c.	$V - V_c$.	Z_c.	$Z - Z_c$.
90° N.....	0,000	±0,000	0,320	+0,008	0,630	+0,026
80 N.....	0,044	+0,013	0,307	+0,016	0,603	+0,043
70 N.....	0,092	+0,020	0,291	+0,017	0,571	+0,045
60 N.....	0,140	+0,024	0,274	+0,010	0,546	+0,022
50 N.....	0,192	+0,018	0,247	+0,004	0,501	+0,001
40 N.....	0,244	+0,007	0,211	−0,001	0,334	−0,014
30 N.....	0,291	−0,007	0,165	−0,001	0,444	−0,016
20 N.....	0,324	−0,016	0,112	±0,000	0,231	−0,007
10 N.....	0,343	−0,020	0,054	+0,003	0,107	+0,007
Équateur.	0,339	−0,011	−0,003	+0,003	−0,016	+0,016
10 S.....	0,323	+0,000	−0,060	+0,003	−0,133	+0,019
20 S.....	0,297	+0,011	−0,111	−0,001	−0,235	+0,011
30 S.....	0,267	+0,017	−0,160	−0,004	−0,324	−0,004
40 S.....	0,238	+0,013	−0,203	−0,007	−0,402	−0,018
50 S.....	0,209	+0,001	−0,241	−0,010	−0,472	−0,030
60 S.....	0,177	−0,013	−0,275	−0,009	−0,533	−0,035
70 S.....	0,135	−0,023	−0,308	±0,000	−0,608	−0,008
80 S.....	0,093	−0,036	−0,327	+0,004	−0,655	+0,009
90 S.....	0,050	−0,050	−0,340	+0,012	−0,690	+0,034

TABLEAU C. — *Inclinaison et force totale.*

Latitudes.	J_c.	$J - J_c$.	T_c.	$T - T_c$.
90° N...............	88°,0	+2°,0	0,590	+0,066
80 N...............	84,0	+1,0	0,574	+0,077
70 N...............	80,7	−1,0	0,579	+0,045
60 N...............	75,3	−1,4	0,565	+0,026
50 N...............	68,6	−1,4	0,540	+0,003
40 N...............	60,1	−0,9	0,501	−0,011
30 N...............	49,0	+0,1	0,455	−0,021
20 N...............	34,5	+1,5	0,406	−0,025
10 N...............	16,8	+2,6	0,370	−0,028
Équateur...........	− 2,4	+2,4	0,353	−0,025
10 S...............	−20,7	+1,3	0,361	−0,019
20 S...............	−36,2	+0,2	0,389	−0,008
30 S...............	−48,2	−0,9	0,426	+0,008

Latitudes.	J_c.	$J - J_c$.	T_c.	$T - T_c$.
40° S	—57°,2	—2°,0	0,474	+0,016
50 S	—64,5	—2,7	0,522	+0,021
60 S	—70,4	—3,5	0,568	+0,023
70 S	—75,6	—4,1	0,605	+0,019
80 S	—78,8	—6,2	0,622	+0,029
90 S	—85,0	—5,0	0,640	+0,016

» Sans nous occuper, pour le moment, du caractère un peu systématique des écarts, nous pouvons considérer que la répartition des éléments moyens ou permanents du magnétisme à la surface du globe a lieu, en général, d'après le système du Tableau A qui a été construit uniquement suivant les formules ([1])

$$H - H_c = \pm 0{,}016\,\text{C.G.S.},$$
$$V - V_c = \pm 0{,}006\,\text{C.G.S.},$$
$$Z - Z_c = \pm 0{,}019\,\text{C.G.S.},$$
$$T - T_c = \pm 0{,}026\,\text{C.G.S.},$$
$$J - J_c = \pm 2^\circ{,}1. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Volumes des sels dans leurs dissolutions aqueuses.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« La dilatation qu'éprouvent le chlorhydrate d'ammoniaque et d'autres sels ammoniacaux quand on les dissout dans l'eau, à la température ordinaire, paraît être souvent considérée comme une sorte d'anomalie due à une constitution spéciale de ces composés.

» Ne pourrait-on cependant pas placer tout simplement AzH^4Cl et ses congénères, à l'extrémité supérieure d'une série continue dont l'extrémité inférieure serait occupée par les sels donnant les plus grandes contractions?

» Je suis tenté de croire que les changements de volume qui accompagnent la dissolution des sels dépendent principalement : 1° de la dilatation ([2]) qui résulterait de la fusion du sel sans décomposition et à la

([1]) En ce qui concerne la déclinaison moyenne, voir *Comptes rendus,* t. CXIX, n° 15, et *Pet. Mit.,* 12; 1894.

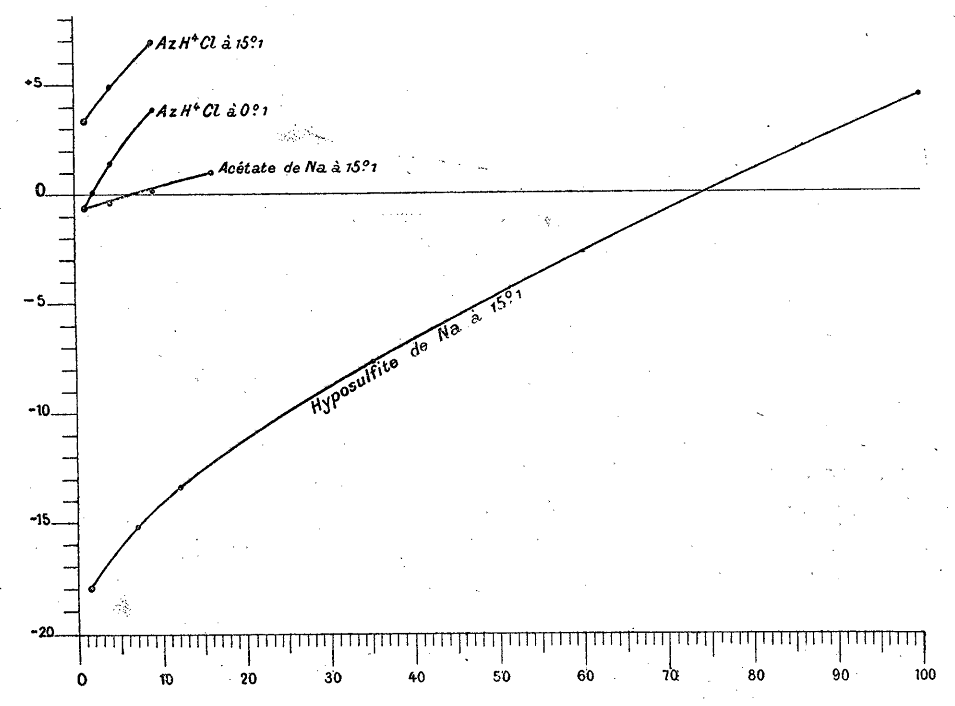
([2]) Si le corps fondait en se contractant (comme la glace), l'ordonnée correspondant à la fusion serait négative, mais le raisonnement ne changerait pas.

température de l'expérience ; 2° de la contraction provenant de la combinaison du sel avec le dissolvant, combinaison de plus en plus avancée à mesure qu'on dilue davantage ou qu'on abaisse la température.

» Le AzH^4Cl produit bien toujours une dilatation par dissolution dans l'eau à + 15°; mais, à 0°, il y a déjà une petite contraction pour les liqueurs très étendues.

» Ce qui se passe avec AzH^4Cl très étendu, se passe aussi avec les solutions concentrées de sels placés fort loin de AzH^4Cl dans la série continue. Ainsi, l'hyposulfite de soude, qui se contracte énormément à 15° en solution étendue, se dilate en solution très concentrée, comme le fait AzH^4Cl très étendu. On peut rarement suivre un sel depuis sa solution étendue jusqu'à sa fusion. L'hyposulfite se prête à cette observation, car il reste en surfusion, même bien au-dessous de 0°.

» Dans la figure ci-jointe, les abscisses sont proportionnelles aux quantités de sels contenues dans 100 parties (en poids) des solutions. Les or-



données représentent les tant pour cent des changements de volumes rapportés aux volumes des sels solides à la température de l'expérience.

» L'inclinaison des courbes, à leurs origines, est très variable : elle est

presque égale, pour AzH^4Cl et pour l'hyposulfite, à 15°, 1. La courbe de AzH^4Cl s'élève plus rapidement à 0°, 1 qu'à 15°, 1, ce qui s'accorde avec les observations de Marignac.

» On remarquera combien le changement de volume de l'hyposulfite est considérable depuis la solution à $\frac{1,5}{100}$ jusqu'au sel fondu seul.

» Mesures expérimentales employées pour tracer les courbes :

	Parties de sel dans 100 de solution.	Changements de volume pour 100 et rapportés au volume du sel solide.
Hyposulfite de $Na(Na^2S^2O^3 + 5Aq)$ à 15°, 1. Densité = 1,752 à 15°.	1,5.	−17,97
	7...	−15,09
	12...	−13,35
	35...	− 7,68
	60...	− 2,74
	85...	+ 2,00
	100...	+ 4,54

	Parties de sel dans 100 de solution.	Changements de volume pour 100 et rapportés au volume du sel solide.
Acétate de $Na(NaC^2H^3O^2 + 3Aq)$ à 15°, 1. Densité = 1,449 à 15°.	1.....	−0,56
	4.....	−0,38
	9.....	+0,21
	16.....	+0,95

		Densité	
		1,50 à 15°.	1,52 à 15°.
AzH^4Cl à 15°, 1.	1...	+3,37	+3,41
	4...	+4,90	+4,96
	9...	+6,90	+6,99

	Densité	
	1,50 à 15°.	1,52 à 15°.
1...	−0,62	−0,62
2...	+0,07	+0,07
4...	+1,40	+1,42
9...	+3,95	+4,00

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la diphénylanthrone.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot**.

« Parmi les produits de la réaction du dichlorure d'orthophtalyle sur le benzène, en présence du chlorure d'aluminium, nous avons trouvé, outre le diphénylphtalide, un composé non saponifiable par la potasse alcoolique et dont la composition répond à la formule brute $C^{26}H^{18}O$. Un corps semblable avait déjà été obtenu par M. Bæyer, en condensant du phényloxanthronol avec du benzène par l'intermédiaire de l'acide sulfurique concentré [1]. L'auteur s'est borné à signaler ce dérivé, sans en donner les constantes physiques ni la formule de constitution.

» Le faible rendement obtenu dans la réaction signalée plus haut nous

---

[1] *Annalen der Chemie*, t. CCII, p. 65.

a conduit à penser que la formation de ce corps pouvait être due à la présence, dans le chlorure de phtalyle, de petites quantités de tétrachlorures de phtalyle composés qui, ainsi qu'on le sait, possèdent un point d'ébullition se rapprochant de celui du dichlorure. Cette supposition nous paraissait d'autant plus fondée que dans la préparation du vert phtalique au moyen du dichlorure et de la diméthylaniline, les rendements sont également très faibles, sinon insignifiants.

» Le tétrachlorure de phtalyle existe sous deux modifications, dont l'une fond à 88° et l'autre vers 48°. Ces deux chlorures se forment simultanément dans l'action du perchlorure de phosphore sur le dichlorure de phtalyle. On admet que l'un de ces tétrachlorures possède la formule symétrique I et l'autre la formule dissymétrique II.

$$C^6H^4 \begin{matrix} \diagup CCl^2 \diagdown \\ \diagdown CCl^2 \diagup \end{matrix} O, \qquad C^6H^4 \begin{matrix} \diagup CCl^3 \\ \diagdown COCl \end{matrix}.$$

I. II.

» On ne donne toutefois aucune preuve à l'appui de cette manière de voir, et l'on ne précise pas auquel des deux tétrachlorures appartient la formule dissymétrique. Nous verrons dans la suite que nous sommes autorisés à attribuer cette dernière formule au chlorure fondant à 88°.

» *a*. Si l'on dissout 1 partie de ce tétrachlorure dans 4 parties de benzène pur et exempt de thiophène, et qu'on ajoute peu à peu, à la dissolution maintenue à 40°, 3 parties et demie de chlorure d'aluminium anhydre et finement pulvérisé, on obtient, après avoir chauffé une heure environ, un liquide coloré qu'on étend d'eau. La solution benzénique est ensuite décantée, puis partiellement décolorée au charbon animal et soumise à l'évaporation. La masse visqueuse et noirâtre qui reste est dissoute dans l'acide acétique cristallisable bouillant et la liqueur est de nouveau traitée par le noir. Après une série de traitements, on obtient enfin un produit cristallisé et blanc, identique avec celui qui se forme en petites quantités dans la réaction du dichlorure de phtalyle sur le benzène.

» Le rendement ne dépasse pas 40 pour 100 du rendement théorique.

» Pour peu qu'on modifie les proportions indiquées plus haut, on obtient d'autres produits. Ainsi l'emploi d'une quantité de chlorure d'aluminium deux et trois fois plus faible, donne lieu à la formation de phényloxanthranol et d'anthraquinone. Tous ces produits, y compris la diphényl-

anthrone, prennent naissance suivant les équations

I.

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CCl^3\\ COCl\end{array}\right. + 2C^6H^6 = C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}\overset{Cl}{\underset{|}{}}C\diagup C^6H^5\\ CO\end{array}\right\rangle C^6H^4 + 3HCl.$$

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}\overset{Cl}{\underset{|}{}}C\diagup C^6H^5\\ CO\end{array}\right\rangle C^6H^4 + H^2O = C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}HO\diagdown C\diagup C^6H^5\\ CO\end{array}\right\rangle C^6H^4 + HCl.$$

Phényloxanthranol.

II.

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CCl^3\\ COCl\end{array}\right. + C^6H^6 = C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CCl^2\\ CO\end{array}\right\rangle C^6H^4 + 2HCl.$$

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}C\diagup\!\!\diagup Cl^2\\ CO\end{array}\right\rangle C^6H^4 + H^2O = C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ CO\end{array}\right\rangle C^6H^4 + 2HCl.$$

Anthraquinone.

III.

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}C\left\langle\begin{array}{l}Cl^2\\ Cl\end{array}\right.\\ COCl\end{array}\right. + 3HCl = C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}C\left\langle\begin{array}{l}C^6H^5\\ C^6H^5\end{array}\right.\\ CO\end{array}\right\rangle C^6H^4 + 4HCl.$$

Diphénylanthrone.

» A moins d'admettre des transpositions moléculaires, la formation de ces composés ne peut s'expliquer avec la formule symétrique du tétrachlorure de phtalyle.

» Il reste maintenant à démontrer que le composé $C^{26}H^{18}O$ a bien la constitution d'une diphénylanthrone.

» *b*. Son mode de formation au moyen du phényloxanthranol et de la benzine permet déjà de lui assigner la formule adoptée, si l'on attribue au phényloxanthranol la constitution

$$\underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}HO\diagdown C\diagup C^6H^5\\ CO\end{array}\right\rangle C^6H^4}_{\text{Phényloxanthranol.}} + C^6H^6 = \underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}C^6H^5\diagdown C\diagup C^6H^5\\ CO\end{array}\right\rangle C^6H^4}_{\text{Diphénylanthrone.}} + H^2O.$$

» Nous avons donc répété l'expérience de M. Bæyer et avons en effet obtenu de petites quantités d'un composé possédant le même point de fusion que notre propre dérivé.

» *c*. Un autre mode de formation du composé $C^{26}H^{18}O$ consiste à partir du chlorure de phényloxanthranol, qui nous paraît inconnu jusqu'à présent, et que nous avons préparé en chauffant à 140°-150°, un mélange à molécules égales de perchlorure de phosphore et de diphénylphtalide.

Ce composé, quand il est pur, se présente sous la forme de prismes blancs, fondant à 164° (non corrigé), et donne quantitativement du phényloxanthranol, quand on le fait bouillir avec de l'eau.

» Si l'on chauffe sa solution benzénique à 50°, avec du chlorure d'aluminium anhydre, on obtient, après un traitement approprié, la diphénylanthrone avec tous ses caractères spécifiques. La formation de ce dérivé, dans ces conditions, se traduit par l'équation

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}\mathrm{Cl} \\ \mathrm{CO}\end{matrix}\right\rangle C \left\langle\begin{matrix}C^6H^5 \\ \end{matrix}\right\rangle C^6H^4 + C^6H^6 = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}C^6H^5\;\; C\;\; C^6H^5 \\ \mathrm{CO}\end{matrix}\right\rangle C^6H^4 + \mathrm{HCl}.$$

» *d*. Enfin, un quatrième mode de préparation de ce dérivé vient à l'appui de notre manière d'envisager sa constitution.

» Il consiste à traiter une dissolution de dichlorure d'anthraquinone, ou dichloranthrone, dans le benzène, par le chlorure d'aluminium

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}\mathrm{CCl}^2 \\ \mathrm{CO}\end{matrix}\right\rangle C^6H^4 + 2C^6H^6 = C^6H^4\left\langle\begin{matrix}C^6H^5\;\; C\;\; C^6H^5 \\ \mathrm{CO}\end{matrix}\right\rangle C^6H^4.$$

» Quand elle se dépose au sein d'une solution bouillante d'acide acétique cristallisable, la diphénylanthrone, quel que soit son mode de formation, se présente sous la forme de belles aiguilles incolores, très brillantes, fondant à 192°. Elle est insoluble dans l'eau; très peu soluble, même à chaud, dans l'alcool, l'éther et la ligroine; soluble dans la benzine et l'acide acétique cristallisable bouillants.

» Le poids moléculaire de ce composé, déterminé par la méthode cryoscopique, a donné des chiffres variant avec la concentration, entre 320 et 335, le poids moléculaire véritable étant 346.

» Bien que contenant un groupe CO, la diphénylanthrone ne se combine ni avec la phénylhydrazine, ni avec l'hydroxylamine.

» Notre composé n'est pas le seul dérivé disubstitué connu du corps hypothétique $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^2 \\ CO\end{matrix}\right\rangle C^6H^4$, appelé *dihydranthrone* par M. Liebermann. Une diéthylanthrone à laquelle son auteur, M. F. Goldmann [1], attribue également la formule

$$\begin{matrix}C^2H^5 \\ C^6H^4\end{matrix}\left\rangle\begin{matrix}C \\ \mathrm{CO}\end{matrix}\right\langle\begin{matrix}C^2H^5 \\ C^6H^4\end{matrix}$$

---

[1] *Berichte der deutsch. chem. Ges.*, t. XIII, p. 417.

a été décrite. Elle prend toutefois naissance dans des conditions tout autres que le dérivé diphénylé, et s'obtient en traitant de l'anthranol par de la potasse caustique et de l'iodure d'éthyle ([1]).

» Les recherches que nous venons d'exposer montrent :

» 1° Que le composé $C^{26}H^{18}O$, obtenu par les différents procédés énumérés, peut être considéré comme de la diphénylanthrone;

» 2° Que la constitution de ce corps étant établie, on est autorisé à attribuer au tétrachlorure de phtalyle, fondant à 88°, un schéma qui en fait une molécule dissymétrique;

» 3° Que le dichlorure de phtalyle renferme du tétrachlorure.

» Nous continuons cette étude et nous montrerons, dans une prochaine Communication, la façon dont se comporte le tétrachlorure de phtalyle vis-à-vis des amines aromatiques substituées et des phénols.

» Nous nous proposons également de soumettre à la même étude le tétrachlorure fondant à 48°. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Une nouvelle glande lymphatique chez le Scorpion d'Europe.* Note de M. **A. Kowalewsky.**

« On sait que M. Blanchard a découvert une glande lymphatique chez les Scorpions, glande qui, sous la forme d'un petit tronc cellulaire, recouvre la chaîne ganglionnaire presque dans toute la longueur de l'abdomen. Cette glande a été plus récemment décrite, avec plus de détails, par M. Cuénot et par moi-même. En faisant des expériences sur la propriété phagocytaire de cette glande, j'avais remarqué déjà, depuis quelques années, qu'il existe encore une autre glande qui possède la même propriété que la glande lymphatique de Blanchard, d'absorber les substances solides et les bactéries introduites dans la cavité du corps du *Scorpio europœus* L.

» En effet, si l'on introduit, dans la cavité du corps de ce Scorpion, du noir de seiche ou du carmin en poudre, on voit, après quelque temps, que non seulement la glande lymphatique de Blanchard est devenue noire ou rouge, selon la substance introduite, mais qu'il y a encore deux troncs, disposés symétriquement des deux côtés du corps, entre la glande lymphatique et les conduits de glandes génitales, qui ont pris la même coloration; ces deux troncs ont donc aussi la propriété phagocytaire. J'ai fait

---

([1]) *Berichte d. deutsch. chem. Ges.*, t. XVIII, p. 1176.

des expériences avec les bactéries, le carmin, le noir de la seiche, le sperme des poissons, les sels de fer, et, dans tous les cas, j'ai trouvé que ces deux troncs possédaient la propriété phagocytaire et absorbaient les bactéries et les poudres, et en général toutes les substances solides.

» En ce qui concerne les rapports de ces deux troncs ou glandes, que j'appellerai *lymphoïdes*, pour les distinguer de la glande lymphatique déjà connue, et à cause de quelques particularités de leurs fonctions dont je parlerai plus tard.

» Ces glandes sont de longueur différente chez les différents individus; quelquefois elles sont plus larges et courtes, d'autres fois plus longues et minces; ordinairement elles atteignent la région postérieure du second segment abdominal; par leur bout antérieur, elles sont attachées au diaphragme qui sépare la cavité thoracique de la cavité abdominale, et leurs bouts postérieurs flottent librement dans la cavité abdominale du corps.

» Ces glandes possèdent un lumen plus ou moins développé; tantôt ce sont de vraies glandes tubulaires, tantôt tout l'intérieur de la glande est rempli par des leucocytes ou par des substances que ces glandes ont absorbé et, dans ce cas, il ne reste plus qu'un petit espace libre qui communique avec la cavité thoracique du corps. Le lumen de cette glande est donc en communication avec la cavité cœlomatique thoracique. Les parois sont constituées par des cellules qui commencent à la limite du diaphragme et se prolongent jusqu'au bout de l'organe. Ces cellules constituent les parois de la glande comme, par exemple, chez les corps de Malpighi des insectes, avec cette différence qu'ici elles sont disposées en plusieurs rangées et qu'elles sont lymphoïdes, c'est-à-dire phagocytaires.

» Les substances que j'ai introduites, noir de la seiche, carmin, lait, bactéries, spermatozoïdes des Chitons et des Poissons, sont absorbées par ces cellules : on les retrouve dans le corps des cellules, à côté de leurs noyaux. Si l'on fait un mélange de sel de fer avec de la poudre du carmin ou du noir de seiche, on remarque une différence d'action entre les glandes lymphoïdes et la glande lymphatique. Tandis que les substances dissoutes, c'est-à-dire, dans ce cas, le sel de fer (*ferrum oxydatum saccharatum*), sont absorbés par les glandes lymphoïdes, la poudre du carmin ou le noir de la seiche sont absorbés par la glande lymphatique, et en traitant toute la préparation au ferrocyanure de potassium, puis à l'acide chlorhydrique, on obtient une préparation sur laquelle les glandes lymphoïdes apparaissent colorées en bleu (bleu de Prusse) tandis que la glande lymphatique reste noire ou rouge selon la couleur des poudres

qu'on a employées. Si l'on se sert de la solution du carmin ammoniacal mélangé avec le noir de la seiche, ou voit les glandes lymphoïdes absorber la solution de carmin ammoniacal et la glande lymphatique prendre le noir de seiche, de sorte que, sur la préparation, les premières glandes se colorent en rouge écarlate tandis que la seconde est noire. Ces expériences, et encore beaucoup d'autres que je décrirai dans un Article qui sera accompagné de Planches, me conduisent à dire que les deux sortes de glandes lymphatiques du Scorpion d'Europe diffèrent entre elles physiologiquement, de même que diffèrent entre elles les glandes lymphatiques des Vertébrés.

» La glande dont je parle dans cet Article était déjà connue de J. Müller, qui l'a décrite, en 1828, comme glande salivaire. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission du prix biennal, qui doit être décerné, cette année, par l'Académie des Sciences. Cette Commission doit se composer de cinq Membres élus par l'Académie, et du Bureau en exercice.

MM. **Daubrée**, **Fizeau**, **Hermite**, **A. Milne-Edwards**, **Friedel** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Botanique, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *de Saporta*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 34,

M. Cohn	obtient.	28	suffrages.
M. Warming	»	3	»
M. Wiesner	»	2	»
M. Sachs	»	1	»

M. **Cohn**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire intitulé : « Étude théorique sur l'élasticit des métaux » ; par M. Félix Lucas.

(Commissaires : MM. Haton de la Goupillière, Maurice Lévy ; Sarrau, rapporteur).

« Le phénomène étudié par M. F. Lucas est celui qui se produit, dans le procédé usuel d'essai des métaux, quand on soumet une barre prismatique ou cylindrique à une force de traction croissant à partir de zéro jusqu'à ce que l'on obtienne la rupture de la barre.

» Ce phénomène présente plusieurs phases successives.

» Dans la première, ou *période d'élasticité* proprement dite, on obtient des allongements proportionnels aux efforts et le phénomène est caractérisé par cette circonstance que, si l'on supprime la traction à un instant quelconque, la barre, revenant au repos, reprend exactement sa longueur primitive.

» A la période d'élasticité succède, du moins pour certains métaux, une *période d'écoulement*. A partir d'un certain effort, correspondant à ce que l'on appelle la *limite d'élasticité*, la barre continue à s'allonger sans qu'il soit nécessaire d'augmenter l'effort de traction et si, dans cette période, on supprime la traction à un instant quelconque, on constate que la barre, revenant au repos, a subi un allongement permanent.

» Dans une troisième phase, dite *période mixte*, la barre continue à s'allonger sous un effort croissant et cette période, comme la précédente, donne des allongements permanents.

» Dans ces trois phases successives, les déformations sont telles que toutes les sections droites restent sensiblement égales ; la barre reste prismatique ou cylindrique comme dans son état primitif ; mais, quand la traction est devenue assez grande, cette transformation régulière s'interrompt par la production de la *striction* d'une section droite déterminée, en un point de la barre, par quelque petit défaut d'homogénéité du métal. La barre présente alors progressivement la forme d'une surface courbe variable avec un minimum de section et la striction s'accentue jusqu'à ce que la barre arrive à la rupture, malgré la décroissance de l'effort auquel elle est soumise.

» M. F. Lucas s'est proposé de rechercher, pour les périodes précédant la striction, la relation qui existe entre l'effort de traction x et l'allongement y, dans cette transformation formée d'une série continue d'états d'équilibre réalisés avec une lenteur assez grande pour que la température reste constante.

» Pour la période d'élasticité, cette relation se présente sous la forme connue, $y = \frac{lx}{e\omega}$, en désignant par l la longueur de la barre, par ω sa section droite et par e son coefficient d'élasticité.

» Afin de l'établir dans les autres phases, M. F. Lucas constate d'abord que la déformation permanente du métal ne modifie pas son volume; ensuite, il fait appel aux principes thermodynamiques en remarquant que, dans l'écoulement sous tension, à température constante, l'énergie interne du métal ne varie pas sensiblement, de sorte que le travail de l'effort extérieur équivaut presque intégralement à la chaleur dégagée. Au contraire, dans une transformation élastique, les manifestations thermiques deviennent négligeables et le travail extérieur équivaut presque intégralement à la variation de l'énergie interne.

» Pour la période d'écoulement, la considération d'un cycle convenablement choisi conduit M. F. Lucas à la relation $xy + lx + (l+\lambda)\varphi = 0$; φ et λ étant les valeurs de x, y qui correspondent à la limite d'élasticité du métal.

» Dans la période mixte, considérant chaque allongement comme composé d'un allongement permanent et d'un allongement élastique et supposant que le travail extérieur total est proportionnel au travail des forces élastiques, l'auteur obtient, entre x et y une relation logarithmique qu'il trouve vérifiée par l'expérience; il en déduit aussi la valeur théorique de l'allongement permanent.

» Les données de la vérification sont empruntées à des expériences faites, sur des barres d'acier recuit, par M. Dupuy, inspecteur général des Ponts et Chaussées.

» Cette théorie indique qu'une barre étirée, ramenée au repos avec allongement permanent, conserve non seulement sa densité, mais aussi son coefficient d'élasticité primitifs. La conservation du coefficient d'élasticité résulte en fait, avec une exactitude suffisante, des expériences de M. Dupuy; de plus, M. F. Lucas a cherché à la vérifier, ainsi que la conservation de la densité, à l'aide d'expériences qu'il a faites lui-même dans des conditions extrêmes de traction qui portaient la barre jusqu'à proxi-

mité de sa rupture. L'application d'un mode spécial de calcul aux résultats qu'il a obtenus indique, en effet, que de très grandes déformations permanentes n'altèrent pas sensiblement la densité et l'élasticité des métaux. Ce point est important et il y aurait intérêt à le vérifier par de nouvelles expériences.

» Avec la densité et le coefficient d'élasticité, M. F. Lucas a considéré un troisième élément spécifique, qu'il appelle *capacité d'énergie élastique;* pour le définir, il considère la transformation élastique d'une barre jusqu'à sa limite d'élasticité et divise par le volume de la barre la quantité de travail extérieur dépensée dans cette transformation; ce rapport qui a pour expression $w = \frac{\varphi\lambda}{2l\omega}$, représente, rapportée à l'unité de volume, la plus grande variation que puisse éprouver l'énergie potentielle du corps sans que sa limite d'élasticité soit dépassée. La théorie indique que cet élément, constant dans la période d'écoulement, s'accroît dans la période postérieure et, en fait, les expériences montrent que cet accroissement est considérable dans le voisinage de la rupture.

» La Commission propose à l'Académie de remercier M. Félix Lucas de sa Communication qui renferme une étude ingénieuse d'un phénomène très complexe et constitue une contribution importante à la théorie générale des propriétés thermo-élastiques des corps. »

Ces conclusions sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. P. **Hubault** adresse une Note relative à l' « existence de phosphore en proportion notable dans les Huîtres ».

(Commissaires : MM. Troost, Arm. Gautier, Duclaux.)

M. A. **Duboin** adresse deux Mémoires portant pour titres « Sur quelques méthodes de reproduction des fluorures doubles, et des silicates doubles formés par la potasse avec les bases » et « Analyse de la leucite et de la néphéline purement potassique ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. **Pallas** adresse, de Sabres (Landes), un travail intitulé : « Surpression dans les mines de houille ».

(Commissaires : MM. Daubrée, Haton de la Goupillière, Cornu.)

CORRESPONDANCE.

M. **Al. Kowalewsky**, M. **L. Fuchs**, M. **Engelmann**, M. **H.-A. Schwarz**, nommés Correspondants, adressent leurs remercîments à l'Académie.

MÉCANIQUE. — *Sur les lois du frottement de glissement.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Appell.

« Quand on applique les lois ordinaires du frottement de glissement à l'étude du mouvement d'un système quelconque, on arrive à un résultat singulier : dès que le frottement devient un peu considérable, pour certaines conditions initiales les équations du mouvement définissent *plusieurs* mouvements possibles, au lieu qu'elles sont *incompatibles* pour les autres conditions initiales. Je voudrais développer cette remarque générale pour les liaisons simples qui assujettissent des solides.

» Soit S un solide soumis à des forces données indépendantes des vitesses et assujetti à glisser sur une surface fixe Σ (le contact n'ayant lieu qu'en un point). Écrivons les six équations du mouvement en tenant compte de la loi de frottement, c'est-à-dire en exprimant que la composante tangentielle à S de la réaction, soit R_t, est directement opposée à la vitesse du point matériel M de S en contact avec Σ et proportionnelle à la composante normale R_n de la réaction : $R_t = fR_n$. On a ainsi assez d'équations pour déterminer les accélérations de S et R_n, et l'on trouve que R_n vérifie une égalité de la forme

$$R_n = \frac{A}{B - \varepsilon f \alpha C};$$

A désigne un polynome du second degré par rapport aux vitesses q'_i sans termes du premier degré; A et C, deux fonctions des paramètres q_i, et α une expression de la forme $\frac{\beta}{+\sqrt{P}}$, β étant une forme linéaire et P une forme quadratique par rapport aux q'_i. Quant à ε, il est égal à $+1$ ou -1, et son

signe doit être pris de façon que εR_n soit positif. Ceci posé, considérons un système quelconque de conditions initiales q_i^0, $q_i'^0$, et supposons

$$f > \frac{|B_0|}{|\alpha_0 C_0|};$$

les deux valeurs de ε conviennent, et les équations définissent deux mouvements possibles si B_0 et $\alpha_0 C_0$ sont de signes contraires; les deux valeurs de ε sont à rejeter si B_0 et $\alpha_0 C_0$ sont de même signe. D'où cette conclusion : *considérons à la fois les deux systèmes de conditions initiales* $(q_i^0, q_i'^0)$ et $(q_i^0, -q_i'^0)$; *dès que f dépasse une certaine limite* $\left(\text{à savoir } \frac{|B_0|}{|\alpha_0 C_0|}\right)$, *deux mouvements répondent à un des systèmes de conditions initiales, au premier par exemple, au lieu que pour le second il y a incompatibilité entre la liaison et la loi de frottement.*

» Dans certains cas particuliers, par exemple si S est une sphère homogène, il arrive que C est identiquement nul, R_n a la même valeur que s'il n'y avait pas frottement. Pour ces systèmes, la singularité en question ne se présente pas.

» Quand la liaison est *unilatérale*, comptons R_n dans le sens de la normale à Σ menée du côté où S peut quitter Σ; R_n est nul ou positif. Considérons encore un système quelconque de conditions initiales $(q_i^0, q_i'^0)$, et supposons (ce qui est toujours possible) B_0 positif, et soit $f > \frac{B_0}{|\alpha_0 C_0|}$. Si l'on a $A_0 > 0$, les équations sont *incompatibles* ou définissent *un seul mouvement* suivant que $\alpha_0 C_0$ est positif ou négatif. Si l'on a $A_0 < 0$, le mouvement où S quitte Σ est *seul admissible* quand $\alpha_0 C_0$ est négatif, tandis que le mouvement où S reste en contact avec Σ *est aussi admissible* quand $\alpha_0 C_0$ est positif. *Sur les deux systèmes de conditions initiales* $(q_i^0, q_i'^0)$ et $(q_i^0, -q_i'^0)$, $\left(\textit{dès que } f \textit{ dépasse } \frac{B_0}{|\alpha_0 C_0|}\right)$, *le premier, par exemple, définit un mouvement et un seul; pour ce qui est du second, les équations déterminent deux mouvements ou sont incompatibles.*

» Les remarques précédentes s'appliquent au cas où S et Σ sont deux solides du système, ainsi qu'aux liaisons où une courbe glisse sur une surface, où deux courbes se rencontrent, etc. Elles s'étendent également aux liaisons entre solides qui se traduisent par deux équations, par exemple à la liaison où une courbe solide C reste tangente à une courbe fixe Γ. Pour une telle liaison, la composante tangentielle à Γ (soit R_t) de la réaction vérifie une équation de la forme

$$R_t = +f\sqrt{A^2 + 2\varepsilon B R_t + C^2 R_t^2};$$

A^2 désigne un polynome du quatrième degré par rapport aux vitesses, sans termes de degré impair, et essentiellement positif; B est un polynome du second degré par rapport aux q' (sans terme de degré impair), et C^2 une fonction positive des q_i. Quant à ε, il est égal à $+1$ ou à -1 suivant que la vitesse du point P de C en contact avec Γ (vitesse qui est tangente à Γ) est dirigée dans un sens ou dans l'autre. Il suit de là que dès que f dépasse $\frac{1}{|C_0|}$, sur les deux systèmes de conditions initiales $(q_i^0, q_i'^0)$ et $(q_i^0, -q_i')$, le premier, par exemple, définit deux mouvements, le second n'en définit aucun.

» Les conclusions précédentes subsistent *a fortiori* pour les systèmes obtenus en combinant les liaisons énumérées (bilatérales ou unilatérales). Quant au cas du *frottement au repos* (*ou au départ*), il conduit à des résultats plus singuliers encore. Des singularités analogues se présenteraient, d'ailleurs, pour toute loi de frottement exprimant la réaction tangentielle en fonction de la valeur absolue de la composante normale, pourvu que les coefficients de cette loi permettent de donner au rapport $\frac{R_t}{R_n}$ des valeurs aussi grandes qu'on veut.

» Comme exemple très simple, je citerai le suivant : considérons un cylindre de révolution (¹) homogène et pesant, qui repose par une de ses bases sur un plan incliné Π et qu'on abandonne à l'instant t_0 avec une vitesse de translation parallèle à une ligne de plus grande pente de Π. Soit f le coefficient de frottement du plan, r le rayon de base et $2l$ la hauteur du cylindre, k^2 son rayon de giration autour d'une droite normale à sa hauteur et passant par son centre de gravité. Une discussion tout élémentaire montre que le cylindre glisse le long du plan si l'on a : $f \leqq \frac{r}{l}$; le cylindre bascule autour du point le plus bas ou le plus haut de sa base (suivant que la vitesse initiale est descendante ou ascendante) si l'on a $\frac{r}{l} < f < \frac{r}{l} + \frac{k^2}{rl}$; enfin, aucun mouvement n'est compatible avec la liaison et la loi de frottement si l'on a $f > \frac{r}{l} + \frac{k^2}{rl}$.

» Quand le cylindre est abandonné au repos, il reste au repos si l'on a à la fois : $\operatorname{tang} i \leqq \frac{r}{l}$ et $\operatorname{tang} i \leqq f_0$, f_0 étant le coefficient de frottement au repos. Il glisse le long de Π si l'on a : $f \leqq \frac{r}{l}$ en même temps que $\operatorname{tang} i > f_0$.

(¹) Des résultats analogues s'appliqueraient à un corps pesant quelconque reposant par une base quelconque sur un plan incliné.

Enfin quand f et tang i sont supérieurs à $\frac{r}{l}$ et quand de plus f est moindre que $\frac{r}{l} + \frac{k^2}{rl}$, le cylindre bascule autour du point le plus bas de sa base; quand f dépasse $\frac{r}{l} + \frac{k^2}{rl}$, il y a incompatibilité. Ce qui précède subsiste d'ailleurs quand la densité du cylindre est seulement fonction de la distance à la base et de la distance à l'axe : cette remarque permet de donner à la limite $\frac{r}{l} + \frac{k^2}{rl}$ une valeur aussi petite qu'on veut.

» Des singularités analogues se présentent quand on introduit, avec le frottement de *glissement*, le frottement de *roulement* et de *pivotement*. On voit que les lois empiriques du frottement sont *logiquement* inadmissibles (même pour des vitesses et des pressions ordinaires) dès que le frottement devient assez notable. Il y aurait peut-être quelque intérêt à reprendre à ce point de vue leur étude expérimentale. »

PHYSIQUE. — *Sur les effets de mirage et les différences de densité qu'on observe dans les tubes de Natterer* [1]. Note de M. P. **Villard**.

« Pour étudier les phénomènes que présentent, au voisinage du point critique, les tubes renfermant des gaz liquéfiés, il est avantageux de choisir un corps dont la température critique diffère peu de la température ordinaire; l'éthylène est dans ce cas.

» Le gaz que j'ai employé a été préparé par l'action de l'anhydride borique sur l'alcool (Ebelmen). J'ai en effet observé constamment que l'éthylène obtenu par l'acide sulfurique et l'alcool ou l'éther est impur : liquéfié, puis évaporé vers — 80°, il bout à la fin de l'opération comme un liquide visqueux, et laisse un résidu incolore, encore liquide à — 80°, et assez volatil à la température ordinaire. Rien de semblable ne se produit quand on emploie l'acide borique.

» Une certaine quantité d'éthylène, purifié par le procédé général que j'ai indiqué antérieurement [2], a été enfermée dans un tube en cristal de 8^{mm} de diamètre intérieur sur 20^{cm} de longueur et muni à chaque extrémité d'un petit thermomètre dont le réservoir est à l'intérieur du tube. Le remplissage a été fait de telle sorte qu'à + 9°, 25, c'est-à-dire un peu au-dessous du point critique, tout l'éthylène fût vaporisé.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(2) *Journal de Physique*, 3e série, t. III; octobre 1894.

» L'appareil est ensuite plongé dans la glace fondante : le gaz se condense et le niveau est alors situé un peu plus bas que le milieu du tube. Les thermomètres indiquent bientôt la même température 0°, correction faite de la pression. Réchauffant ensuite le tube dans une masse d'eau de 12^{lit}, agitée par un courant d'air, et maintenue à + 11°, on observe les phénomènes ordinairement présentés par les tubes Natterer. Le niveau du liquide reste à peu près fixe, puis devient indécis et fait place à une zone de transition dans laquelle la densité et l'indice varient d'une manière continue. Enfin, il faut assez longtemps pour que le contenu du tube soit homogène.

» Mais on constate, en même temps, que les thermomètres sont loin de marcher d'accord ; leurs indications se sont progressivement écartées d'environ 1°, et ils ne marquent de nouveau la même température qu'au bout d'une demi-heure, alors qu'un tube semblable au précédent, mais ne contenant que de l'eau, prend en six minutes la température du bain.

» Dans l'air à +18°, le réchauffement de l'appareil donne lieu à un écart encore plus grand, soit 3°, entre les températures données par les deux thermomètres, et cet écart ne s'annule complètement qu'au bout de plusieurs heures.

» Ces phénomènes s'observent encore très nettement, même en partant non pas de 0°, mais d'une température voisine du point critique, soit +9°. Invariablement le contenu du tube présente, au-dessus du point critique, des différences de densité quand les thermomètres sont en désaccord, une parfaite homogénéité dans le cas contraire. En retournant le tube pendant que ses deux extrémités sont à des températures différentes, on voit une masse fluide descendre dans l'intérieur et le thermomètre qui la reçoit baisse instantanément, l'autre se réchauffant.

» Inversement, le contenu du tube étant bien homogène et maintenu depuis plusieurs mois au-dessus du point critique, ce qui est facile à réaliser avec l'éthylène, il suffit de chauffer avec la main la moitié supérieure de l'appareil pour voir apparaître, même à +15° ou +20°, une zone de transition semblable à celle que présentent les tubes Natterer, et qui se forme immédiatement au-dessous de la partie chauffée. En inclinant le tube jusqu'à l'horizontalité, on voit une masse fluide dense s'étaler en présentant une véritable surface de séparation, presque aussi nette que le niveau d'un liquide. Le phénomène est encore appréciable une heure après qu'on a chauffé le tube.

» Considérons maintenant ce qui se passe pendant qu'on élève la température du tube d'abord refroidi. A un certain moment, le thermomètre

supérieur est au-dessus du point critique, le thermomètre inférieur au-dessous : le niveau devient alors indécis. D'un thermomètre à l'autre, la température varie d'une manière continue et très rapidement à l'endroit où le niveau a disparu. Toute la partie supérieure du tube contient du gaz surchauffé et dilaté, par suite d'une densité très inférieure à la densité critique : le liquide a donc peu de vapeur à fournir et doit peu changer de volume, la densité moyenne devant être invariable pour l'ensemble de la masse contenue dans le tube. Le niveau varie donc peu, mais il existe un plan dans lequel la température critique est réalisée. Appelons ce plan *niveau critique*, suivant l'heureuse expression employée par M. Gouy : immédiatement au-dessus, la vapeur présente une densité rapidement décroissante depuis la densité critique; l'inverse a lieu pour le liquide. Le niveau critique, situé dans une zone où la densité et l'indice n'offrent pas de discontinuité, ne peut être visible.

» Avant la disparition du niveau, on assiste d'ailleurs à la formation de la couche de vapeur froide et dense qui le rendra invisible; cette couche a 1^{mm} d'épaisseur, augmente et même disparaît par agitation, en produisant des stries.

» Au-dessus du point critique, il n'y a plus de liquide, mais toute la partie inférieure de la masse gazeuse est relativement froide, ainsi que l'atteste le thermomètre, et son réchauffement est lent. La considération des courbes d'Andrews montre, d'ailleurs, qu'un peu au-dessus du point critique le passage, à pression constante, d'une isotherme à la suivante, correspond à une énorme variation de densité, à cause de l'inflexion de ces courbes. C'est donc surtout au voisinage du niveau critique que se produiront les apparences de mirage : à des températures plus élevées, les différences sont moindres pour un même écart de température, quoique faciles à constater.

» Les phénomènes que l'on observe ordinairement s'expliquent donc facilement par les différences de température que je signale, sans recourir aux diverses hypothèses faites à ce sujet. Toutefois il est impossible de nier l'existence des effets de pesanteur signalés par M. Gouy [1]; mais, pour les observer, pour qu'en un point du tube la compressibilité soit infinie, il faut qu'en ce point règne la pression critique, comprise entre les pressions qui existent au sommet et à la partie inférieure du tube : celles-ci ne diffèrent pas généralement d'un centième d'atmosphère et ont peu de chance

(1) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 720.

de comprendre entre elles la pression critique; un tube très long serait nécessaire. Si la zone de compressibilité maxima était, par hasard, réalisée, on l'observerait en redressant le tube après l'avoir agité pour égaliser la température; je n'ai jamais pu observer ce phénomène, qui indiquerait que le remplissage critique est exactement réalisé, tandis que les effets de mirage s'obtiennent avec des remplissages très variés.

» Quant au fait que le niveau se déplace très lentement dans un tube Natterer chauffé très uniformément, sans atteindre le point critique, je crois pouvoir l'attribuer à la lenteur de la vaporisation. Dans diverses mesures de forces élastiques maxima, faites sur des gaz, j'ai toujours constaté que, si la pression n'est que de quelques décimètres de mercure, elle s'établit en quelques instants; au contraire, les fortes pressions sont longues à s'établir, et même, si l'on agite le liquide à vaporiser, il faut attendre parfois une heure pour avoir une pression invariable. On conçoit que l'agitation, en hâtant la vaporisation, permette au niveau de prendre rapidement la position qu'il doit avoir, comme l'a montré M. Gouy (¹). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les potentiels explosifs statique et dynamique.* Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« On peut faire éclater une étincelle entre deux conducteurs par deux moyens principaux : 1° par une méthode statique en les unissant aux pôles d'une machine électrostatique; 2° par une méthode dynamique en les mettant en communication avec un fil traversé par une décharge.

» Dans le premier cas, à raison du faible débit de la machine, le champ électrostatique créé entre les deux conducteurs varie lentement; l'électricité distribuée sur chacun d'eux peut être considérée comme étant en équilibre à chaque instant. Dans le deuxième cas le champ électrostatique varie rapidement et il n'est pas démontré qu'à chaque instant la distribution électrique soit une distribution d'équilibre.

» Dès lors il est permis de se demander si la proposition suivante est exacte :

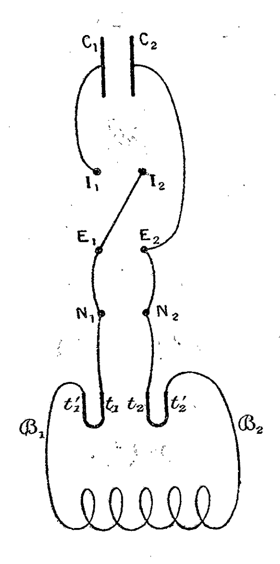
» Un excitateur placé dans des conditions physiques déterminées se décharge pour le même potentiel suivant qu'on le charge par la méthode statique ou la méthode dynamique; en d'autres termes les potentiels explosifs statique et dynamique sont égaux pour un même excitateur.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1289.

» Cette proposition est admise par un grand nombre de physiciens; elle a été mise en doute en ces derniers temps par M. Jaumann ([1]).

» L'une des conséquences les plus directes de cette proposition est la suivante : l'égalité des potentiels explosifs statiques de deux excitateurs entraîne leur égalité dynamique quelles que soient les différences de forme et de dimensions des excitateurs employés.

» On peut vérifier cette conséquence en opérant de la façon suivante : on dispose d'un condensateur isolé d'armatures $C_1 C_2$, de trois excitateurs désignés par leurs pôles, un excitateur principal $I_1 I_2$ et deux excitateurs dérivés $E_1 E_2$, $N_1 N_2$; d'une bobine désignée par ses extrémités B_1 B_2; de deux tubes en U isolés, renfermant du mercure et désignés par leurs branches $t_1 t'_1$, $t_2 t'_2$. Les deux armatures du condensateur sont réunies aux pôles d'une machine de Holtz; on fait communiquer par des fils de cuivre de 1^m de long au maximum : 1° $C_1 I_1$; 2° $I_2 E_1 N_1 t_1$; 3° $C_2 E_2 N_2 t_2$; on plonge les extrémités B_1 et B_2 de la bobine dans les branches t'_1 et t'_2 des tubes en U.



» Les fils de cuivre compris entre N_1 et E_1, entre N_2 et E_2 ont une résistance et une self-induction très faibles par rapport à la résistance et à la self-induction de la bobine. Le milieu du fil $N_2 E_2$ est en communication constante avec le sol. Afin de se rapprocher le plus possible de la décharge théorique d'un condensateur dans un fil, les excitateurs se réduisent à des boules ou à des boucles fixées sur de l'ébonite.

» Avec la disposition ([2]) que l'on vient de décrire, si une étincelle éclate en $I_1 I_2$, le

---

([1]) *Einfluss rascher Potentialänderungen auf den Entladungsvorgang* (*Sitz. Ber. der Wiener Akademie*; juin-juillet 1888, p. 765).

([2]) Le condensateur est une bouteille de Leyde de 0^{micro.F.},005 de capacité. La

condensateur se décharge à travers le circuit; on peut disposer des distances explosives de E_1E_2 et N_1N_2 de façon que, pour chaque étincelle qui éclate en I_1I_2, on observe une étincelle en N_1N_2, ou en E_1E_2, ou aux deux simultanément : on charge les excitateurs par la méthode dynamique.

» Si l'on jette un pont entre les pôles I_1I_2, si l'on enlève l'extrémité B_1 de la bobine de la branche t'_1 du tube en U, et si l'on tourne la machine de Holtz, on charge les excitateurs N_1N_2 et E_1E_2 par la méthode statique.

» L'expérience donne les résultats suivants : si l'étincelle éclate en E_1E_2 quand on charge les excitateurs dérivés par la méthode statique, elle éclate en E_1E_2 quand on les charge par la méthode dynamique.

» Si l'étincelle éclate en N_1N_2 quand on charge les excitateurs dérivés par la méthode statique, elle éclate en N_1N_2 quand on les charge par la méthode dynamique (1).

» Les excitateurs dérivés diffèrent beaucoup de forme et de dimensions ; N_1N_2 est formé de deux boucles de fil de laiton ou de deux surfaces sphérique de 1^{mm} ou 3^{mm} de diamètre; E_1E_2 est constitué par des sphères de 1^{cm}, $1^{cm},5$ ou 2^{cm} de diamètre.

» L'interprétation des expériences est facile si l'on remarque que, dans les conditions de l'expérience et avant l'étincelle dérivée en N_1N_2 ou en E_1E_2, le mode de charge dynamique des excitateurs dérivés satisfait aux deux conditions suivantes qui sont toujours réalisées dans la charge statique :

» 1° La différence de potentiel entre les pôles de l'excitateur N_1N_2 est égale à chaque instant à la différence de potentiel entre les pôles de l'excitateur E_1E_2.

» 2° La différence de potentiel entre les pôles des excitateurs dérivés est une fonction croissante du temps (2).

» Les résultats expérimentaux démontrent donc la proposition citée plus haut, que l'on peut énoncer d'une façon plus explicite sous la forme suivante :

» *Si les potentiels explosifs de deux excitateurs différents sont égaux dans la charge statique, ils restent égaux dans la charge dynamique.*

» Ce fait, que la proposition précédente est vraie quelle que soit la

---

bobine a une résistance de 1^{ohm} et une self-induction de $0^{quadr.},0004$. Le potentiel explosif de l'excitateur varie entre 30 et 80 unités électrostatiques C.G.S.

(1) Il arrive rarement que l'étincelle éclate simultanément aux deux excitateurs dérivés.

(2) *Comptes rendus* du 16 juillet 1894.

différence de forme des excitateurs, rend probable le principe généralement admis que le potentiel explosif dynamique d'un excitateur est égal à son potentiel explosif statique.

» Pour observer les résultats précédents, il faut opérer avec des précautions spéciales : on fait éclater les étincelles toutes les minutes environ pour éviter l'action perturbatrice d'une étincelle sur la suivante; on opère avec des excitateurs dérivés polis fréquemment à la toile d'émeri; au moyen d'écrans on évite avec le plus grand soin l'action de la lumière ultra-violette des étincelles des excitateurs voisins et des effluves qui peuvent s'échapper des fils pendant la décharge.

» Sans ces précautions et surtout sans la dernière, la loi précédente se trouve en défaut :

» *La lumière ultra-violette abaisse les potentiels explosifs dynamiques dans des proportions beaucoup plus grandes que les potentiels explosifs statiques;* c'est un point sur lequel je reviendrai prochainement (1). »

CHIMIE. — *Sur l'analyse spectrale directe des minéraux et de quelques sels fondus.* Note de M. A. de Gramont, présentée par M. Friedel.

« Je demande à l'Académie la permission de résumer les résultats généraux qui se dégagent, non seulement des Notes que j'ai déjà eu l'honneur de lui présenter, mais aussi de recherches en cours d'exécution.

» Un grand nombre de minéraux sont suffisamment conducteurs, ou volatilisables, pour donner passage à l'étincelle électrique entre deux de leurs fragments reliés respectivement aux pôles d'une bobine d'induction et aux armatures d'un condensateur. Dans ces conditions, l'étincelle produite se comporte au spectroscope comme celle d'un *alliage métallique,* mais en donnant, avec les raies des métaux contenus dans le minéral, celles des *métalloïdes* qui y sont combinés.

» En supprimant le condensateur, les spectres des métalloïdes disparaissent, et ceux des métaux se réduisent à leurs raies les plus brillantes se détachant en général sur le fond lumineux produit par l'incandescence des fragments.

» Un certain nombre de sels fondus (2), dont j'ai entrepris l'étude, no-

(1) Institut de Physique de la Faculté des Sciences de Lille.

(2) Et non décomposables par fusion.

tamment les sels haloïdes, m'ont donné les mêmes résultats qu'on peut généraliser ainsi :

» L'étincelle condensée, jaillissant à la surface d'un composé, le dissocie en donnant un spectre de lignes ordinairement très vives, où chaque corps, métal ou métalloïde, est représenté par les raies caractéristiques de son spectre individuel. On a ainsi un spectre composé, pouvant être considéré comme formé de la superposition pure et simple des spectres des éléments composants.

» Les raies de l'air dans l'étincelle condensée sont très affaiblies en présence des éléments volatilisés, surtout quand la distance explosive est très courte; elles se réduisent, pratiquement, aux lignes signalées pour la première fois par Masson. Ces raies de l'air ont même l'avantage de servir de repères pour la position de l'échelle micrométrique.

» Sans condensateur et avec la bobine seule, au contraire, on a, dans le cas des sels, des spectres complexes caractéristiques de l'espèce chimique, et dus vraisemblablement à la molécule non dissociée. Ils varient donc d'une combinaison à l'autre. Ce fait a déjà été mis en lumière pour les sels fondus ou dissous, par de nombreux travaux, notamment par ceux de MM. A. Mitscherlisch, Diacon, Lecoq de Boisbaudran.

» Comme méthode générale d'investigation, et plus spécialement dans la recherche des métalloïdes ou dans l'examen des minéraux, on a, suivant moi, un avantage réel à faire usage de l'étincelle condensée, les éléments s'y trouvant toujours représentés par les mêmes raies dont les principales sont faciles à reconnaître à première vue.

» Dans le cas des sels, l'étincelle non condensée donne, d'autre part, de précieuses et très sensibles indications au moyen des spectres de bandes, pour déceler la présence de certains composés.

» Il est d'ailleurs facile de supprimer la condensation dans le dispositif expérimental employé.

» Pour ces recherches, on peut se servir de toutes les bobines; il faut seulement prendre des condensateurs à surfaces notablement plus considérables par rapport à la grandeur de la bobine, qu'on ne le fait généralement. Pour des appareils donnant de 3^{cm} à 5^{cm} d'étincelle, je mettais deux, trois ou quatre jarres, dont chaque armature offrait environ 12 décimètres carrés de surface.

» Il est curieux d'observer l'action de la condensation sur l'étincelle jaillissant entre des électrodes revêtues de métalloïdes libres : condensée, elle donne de beaux spectres de lignes de ces corps, *sans* les enflammer;

non condensée, elle les allume immédiatement, en donnant un spectre continu à peine visible. Cette expérience est surtout frappante avec le soufre, l'arsenic et le sélénium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Déterminations de la solubilité, à des températures très basses, de quelques composés organiques dans le sulfure de carbone.* Note de M. **Arctowski**, présentée par M. Friedel.

» M. Étard nous a appris, par ses remarquables recherches sur les dissolutions saturées, combien grande est la variété des courbes représentant les stades de saturation en fonction de la température. La comparaison des Tableaux 5 et 8 de son Mémoire (1), notamment, nous fait voir que l'allure des lignes de solubilité, dans des dissolvants autres que l'eau, est toute différente des courbes obtenues pour les solubilités des sels dans l'eau. Ces courbes ont effectivement la forme d'hyperboles dont les branches s'appuient sur les points de fusion du dissolvant, d'une part, et du composé dissous de l'autre. M. Étard admet même que la solubilité serait nulle au point de congélation du dissolvant (2) et infinie au point de fusion ou d'ébullition du corps dissous.

» Pour ce qui concerne la limite supérieure de ces courbes de solubilité, il est peu probable que le phénomène se retrouve, d'une façon quelque peu générale, car, des travaux de M. Alexeyeff (3), il ressort que les liquides ne sont miscibles en toutes proportions qu'à partir d'une certaine température qui, dans aucun des cas examinés, n'a été trouvée être celle de la fusion du composé le moins fusible. Il m'a paru intéressant de vérifier si l'origine assignée aux courbes des solubilités n'était également qu'une simple approximation. A cet effet, je me suis efforcé de poursuivre les déterminations de solubilité dans le sulfure de carbone (qui est le dissolvant typique) jusqu'à des températures très basses. Ces déterminations ont été faites d'après la méthode de M. Etard, c'est-à-dire que le liquide a été puisé directement hors de la solution plongée dans le mélange réfrigérant, et cela au moyen d'une pipette munie d'un filtre en coton.

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. II et III, août et octobre 1894.

(2) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 950.

(3) *Wiedemann's Annalen*, t. XXVIII, p. 300.

» Le point de fusion du sulfure de carbone est, d'après Olszewski et Wroblewski, —115°. Les valeurs obtenues sont :

		degrés C.	gr	
100 gr de solution saturée renferment à		—116	0,017	de HgI^2,
»	»	— 94	0,378	d'iode,
»	»	—116	2,99	de S,
»	»	—114½ ...	9,41	de SnI^4,
»	»	—116	36,9	de Br.

Toute une série d'autres déterminations ayant été faites, il m'a été possible de tracer les lignes de solubilités de ces corps entre —80° et —115° et il se trouve que non seulement la solubilité n'est pas nulle au point de congélation du dissolvant, mais en plus que les lignes de solubilités de ces différents corps ne tendent nullement vers un même point, point qui, par hypothèse, aurait pu correspondre à un abaissement du point de congélation.

» Cela étant, il m'a paru nécessaire de poursuivre les déterminations de M. Etard, de manière à pouvoir me rendre compte de l'allure des courbes des solubilités des composés organiques, aux environs de —115°.

» Mes déterminations m'ont fourni les résultats numériques suivants :

		degrés C.	gr	
100 gr de solution saturée renferment à		— 77½ ...	0,016	anhydride phtalique dans CS^2.
»	»	— 93	0,013	
»	»	—112½ ...	0,013	
»	»	— 83	1,91	triphénylméthane dans CS^2.
»	»	— 91	1,56	
»	»	—102	1,24	
»	»	—113½ ...	0,98	
»	»	— 88½ ...	0,87	diphénylamine dans CS^2.
»	»	—117	0,37	
»	»	— 82	1,38	naphtaline dans CS^2.
»	»	— 89½ ...	1,05	
»	»	—108½ ...	0,62	

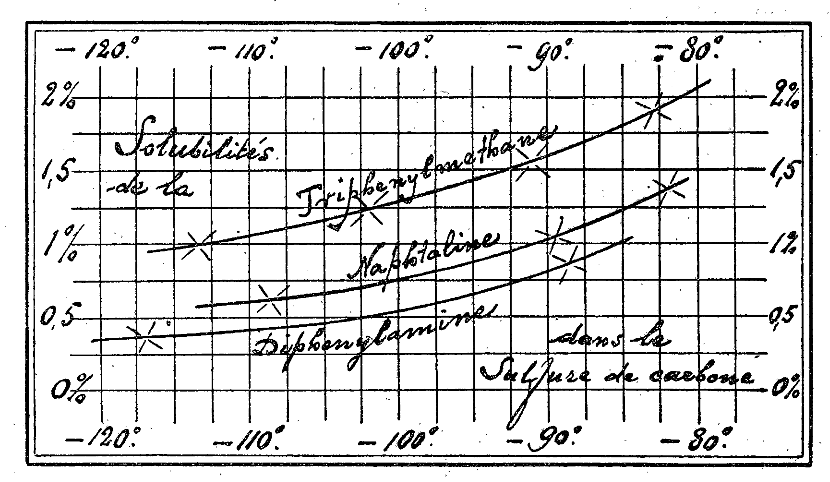
» Ces chiffres nous permettent de tracer le diagramme ci-contre.

» Cette figure nous démontre que les courbes de solubilité considérées ne tendent nullement à couper l'axe des x : elles lui sont, au contraire, asymptotiques.

» De mes déterminations, il ressort donc que, dans le cas du sulfure de carbone, pas plus que dans le cas d'autres dissolvants organiques, tels que

le benzène, l'acide acétique, etc. (comme les nombreuses recherches cryoscopiques le prouvent indirectement), la solubilité ne s'abaisse à o au point de congélation du dissolvant.

» Les courbes des solubilités, dans ce dissolvant, ressemblent aux courbes des tensions de vapeur, qui, elles aussi, tendent vers le point de solidification de la substance; mais, de même que la propriété d'émettre



des vapeurs se poursuit au delà du point de solidification, celle de diffuser doit également pouvoir subsister au delà de la congélation du dissolvant, car les courbes sont, dans les deux ordres de phénomènes considérés, asymptotiques à l'axe.

» Le point de fusion du dissolvant ne me paraît donc pas être un point essentiel de la courbe des solubilités, car elle doit se poursuivre bien au delà de ce point; et, du reste, la propriété de dissoudre n'est pas une propriété exclusive de l'état liquide de la matière; c'est ce qui a été très clairement démontré par les expériences de W. Spring, d'une part, et par les considérations théoriques de Van't Hoff, d'autre part ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés oxydantes de l'oxygène ozoné et de l'oxygène irradié.* Note de M. **A. Besson**, présentée par M. Troost.

« J'ai signalé précédemment (*Comptes rendus*, 11 juin 1894) que l'oxygène ozoné agissait sur l'éthylène perchloré C^2Cl^4 en donnant comme

([1]) *Institut de Chimie générale;* Liège.

produit principal du chlorure de trichloracétyle $CCl^3, COCl$ et, comme produit accessoire, du chlorure de carbonyle $COCl^2$.

» J'ai constaté depuis que les mêmes produits se forment également quand on fait agir l'oxygène sec sur C^2Cl^4 en présence de la lumière solaire.

» Une centaine de grammes de C^2Cl^4 étaient enfermés dans un flacon de 10^{lit} de capacité rempli, par déplacement, d'oxygène sec; abandonné au soleil pendant deux mois (août et septembre 1894), on constata, à l'ouverture, une diminution considérable de pression intérieure avec formation de CCl^3, $COCl$ et $COCl^2$.

» L'oxydation est plus active sous légère pression d'oxygène; c'est ce que j'ai constaté en abandonnant au soleil, pendant le même temps que dans l'expérience précédente, de l'éthylène perchloré dans un flacon résistant, relié par un tube à potasse fondue avec un flacon semblable renfermant une solution d'hypochlorite alcalin additionnée de chlorure de cobalt; la quantité d'hypochlorite avait été dosée de façon qu'il ne pût s'établir une pression trop considérable dans l'appareil. L'oxygène se dégageait lentement sous l'action de la chaleur solaire, se débarrassait de produits chlorés en passant sur la potasse fondue et venait se fixer sur C^2Cl^4 en donnant les mêmes produits que précédemment.

» Ainsi, même dans ces conditions qui paraissent particulièrement favorables, je n'ai pas pu constater la formation d'un corps tel que $(CCl^2)^2O$, qui devrait être le produit normal d'oxydation de C^2Cl^4.

» Ces produits d'oxydation de C^2Cl^4 permettent d'expliquer l'apparente oxydation totale de C^2Cl^4 avec production d'acide carbonique qui a lieu quand on expose au soleil un tube scellé contenant deux couches superposées de C^2Cl^4 et d'eau oxygénée concentrée; quand on ouvre le tube au bout d'un certain temps, on constate qu'il renferme de l'acide carbonique sous pression, mais le liquide renferme en même temps de l'acide chlorhydrique libre et de l'acide trichloracétique; on se trouve ici en présence des produits de décomposition par l'eau des produits d'oxydation de C^2Cl^4. On sait que le trichlorure de phosphore absorbe l'oxygène sous l'action de la chaleur et s'oxyde même directement à froid par l'oxygène ozoné pour donner l'oxychlorure $POCl^3$. J'ai vérifié que l'absorption de l'oxygène ozoné était très rapide et accompagnée d'une élévation de température sensible.

» L'absorption de l'oxygène par PCl^2 peut même se faire directement à la lumière solaire, comme je l'ai constaté en exposant au soleil une vingtaine de grammes de PCl^3 dans un flacon de 10^{lit}, plein d'oxygène sec et bien bouché; au bout de quelques jours la transformation de PCl^3 en $POCl^3$ était totale.

» Les phénomènes sont moins simples avec le tribromure PBr^3.

» Traversé par un courant d'oxygène ozoné à la température de 10°, on voit apparaître à la surface d'arrivée du gaz ([2]) des cristaux jaunes de pentabromure PBr^5 et il se dépose au sein du liquide un corps solide blanc qui semble exclusivement formé d'anhydride phosphoreux; c'est là une substitution totale de O à Br, qui, se fixant sur l'excès de PBr^3, a donné PBr^5 et je n'ai pu constater aucune trace d'oxybromure $POBr^3$.

» Les phénomènes sont analogues en faisant réagir O sec sur PBr^3 en présence de la lumière solaire; il se sublime PBr^5 et se dépose un corps solide blanc donnant les réactions de l'acide phosphoreux; mais ici l'excès de liquide renferme en dissolution une petite quantité d'oxybromure $POBr^3$; l'oxydation est moins brutale que dans le cas de O ozoné, mais du même ordre.

» La fixation d'oxygène sur PCl^3 donnant $POCl^3$ pouvait faire espérer qu'un résultat pareil pourrait être obtenu avec le chlorure d'arsenic $AsCl^3$, conduisant à obtenir un oxychlorure correspondant à $AsCl^5$ inconnu.

» Mais déjà à la température de 0° l'oxygène ozoné détermine le départ de chlore d'une façon continue; cependant, le liquide conserve sa transparence et, même au bout de plusieurs jours de passage du gaz, on ne constate que la formation d'une mince ceinture blanche à la surface d'entrée.

» Le liquide limpide isolé se prend en masse gélatineuse aussitôt qu'on élève sa température à 50°; à la distillation dans le vide, il passe du chlorure d'arsenic $AsCl^3$ et il reste une matière solide blanche formée d'anhydride arsénique As^2O^5 avec un peu d'anhydride arsénieux As^2O^3; ces corps semblaient en dissolution dans $AsCl^3$ à la température ordinaire et s'en être précipité par faible élévation de température; inutile d'ajouter que le chlorure avait été soigneusement rectifié avant l'expérience.

» A la lumière solaire, l'oxygène sec semble sans action sur $AsCl^3$; de même l'oxygène ozoné n'exerce aucune action sur les dissolutions chlorocarboniques de PCl^5 et PBr^5 à froid.

» L'oxygène ozoné et l'oxygène sec au soleil réagissent énergiquement sur les iodures de phosphore avec mise en liberté d'iode et formation de produits complexes renfermant du phosphore, de l'oxygène et de l'iode dont la nature exacte n'a pu être déterminée; je serai donc bref sur ce sujet.

» Les solutions sulfocarboniques du triiodure et du biiodure de phosphore étant traversées pendant vingt-quatre heures par un courant d'oxygène ozoné sec, la température étant maintenue de — 20° à — 5°, sont fortement colorées par de l'iode libre et il

([1]) Il faut toujours faire réagir l'oxygène ozoné par une grande surface, sous peine d'obtenir de faibles rendements; il y a sans doute destruction d'ozone par suite d'une élévation de température locale.

s'est précipité un corps solide jaunâtre floconneux ; lavé au sulfure de carbone, puis chauffé doucement dans le vide, ce corps perd de l'iode et laisse une substance vitreuse dont la dissolution aqueuse accuse les caractères de l'acide phosphorique.

» Les résultats obtenus par O sec sur les dissolutions chlorocarboniques des iodures de phosphore au soleil ne diffèrent pas sensiblement des précédents. »

CHIMIE. — *Action de l'oxyde nitrique sur quelques chlorures métalliques : chlorure ferreux, chlorures de bismuth et d'aluminium.* Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Troost.

« *Chlorure ferreux.* — J'ai signalé l'action à basse température du bioxyde d'azote bien desséché sur le chlorure ferrique anhydre ([1]). Il se forme ainsi deux composés différents, suivant que l'on opère à température ordinaire ou à une température voisine de 60°. J'ai montré qu'à une température plus élevée, le chlorure ferrique était réduit à l'état de chlorure ferreux. Si l'on continue l'action de l'oxyde nitrique on obtient un corps rouge fixe, qui conserve la forme du chlorure ferreux. En même temps que la réduction se produit, il se dégage d'abondantes fumées jaunâtres qui se condensent en une poudre brune, ressemblant beaucoup aux oxychlorures de fer, mais qui est une combinaison nouvelle de bioxyde d'azote et de chlorure ferreux.

» *Corps rouge.* — J'ai préparé ce corps pour la première fois en faisant passer de l'oxyde nitrique sur du chlorure ferrique chauffé à une température convenable (température voisine du point de sublimation du chlorure ferrique). Le corps qu'on obtient ainsi renferme une proportion variable d'azote, mais, en général, n'est pas saturé.

» Pour l'avoir dans un état de pureté plus grand, il suffit de mettre la matière ainsi obtenue dans un grand flacon rempli de gaz nitrique bien desséché. On maintient la température entre 60° et 100° en agitant fréquemment. Au bout de plusieurs jours la teneur en azote a généralement augmenté, mais n'est pas constante, comme l'indiquent plusieurs analyses. Il faut encore, pour l'avoir pur, chauffer la matière en tube scellé, à 175° environ, pendant plusieurs heures. La poudre qu'on obtient est alors d'un beau rouge, très homogène, et correspond à la formule $5Fe^2Cl^4.AzO$.

» La substance est très hygrométrique. Au contact de l'air atmosphérique, elle se détruit presque immédiatement en s'hydratant et laissant dégager des bulles gazeuses.

» Si l'on chauffe fortement ce corps dans un courant de gaz inerte, l'acide carbonique par exemple, on obtient du chlorure ferreux pur.

([1]) *Comptes rendus*, 25 février 1895.

» *Corps jaune brun.* — Il s'obtient chaque fois que de l'oxyde nitrique passe sur du chlorure ferrique suffisamment chauffé. Il est facilement entraîné par le courant gazeux, et, par conséquent, peut être préparé dans un état très grand de pureté.

» Une bonne méthode pour l'obtenir consiste à placer le chlorure ferrique dans une nacelle chauffée graduellement dans un tube de verre ou de porcelaine bien purgé d'air. On recueille le produit dans une allonge parfaitement desséchée, reliée à un long tube de verre. Ce long tube sert non seulement à conduire les gaz qui se dégagent dans la cheminée, mais encore à empêcher l'humidité de pénétrer dans l'allonge. On arrête l'opération quand il ne passe plus rien.

» Ce corps se présente sous l'aspect d'une poudre très divisée, jaune brunâtre. Il doit être manié avec une extrême rapidité, car il est encore plus hygrométrique que le précédent. Il se transforme à l'air humide en oxyde hydraté avec une très grande facilité, en même temps qu'il se dégage des bulles gazeuses.

» Chauffé dans un courant de gaz inerte, il donne du chlorure ferreux. Il correspond à la formule $Fe^2Cl^4.AzO$.

» Ces corps offrent, je crois, quelque intérêt. Graham avait constaté, en effet ([1]), que le chlorure ferreux sec absorbe le bioxyde d'azote. D'après lui, 100 parties de sel absorbent de 2 à 3,66 parties de gaz nitrique; en même temps ce sel prend une coloration noire. Je n'ai pu constater cette coloration qu'une seule fois, en faisant réagir l'azote nitrique sur du chlorure ferreux préparé par réduction (au moyen d'un courant d'hydrogène) du chlorure ferrique. Je pense que, dans ce cas, la coloration était due à des traces d'humidité.

» Quant au corps jaune brun, il correspond, par sa formule, au composé qu'on obtient en saturant de gaz nitrique une dissolution de chlorure ferreux à une température comprise entre 12°, 5 et 25° ([2]).

» *Chlorure de bismuth.* — L'action du bioxyde d'azote sur les chlorures de bismuth et d'aluminium a été signalée par M. Besson ([3]). Du chlorure de bismuth bien exempt d'humidité est mis dans un flacon bien desséché qu'on remplit d'oxyde nitrique, comme je l'ai dit précédemment ([4]). L'absorption est très rapide. Au bout de quelques instants, après une agitation convenable, le chlorure de bismuth se colore déjà en jaune. Toutefois, pour être bien sûr que l'absorption soit complète, j'ai laissé le chlorure de bismuth dans une atmosphère d'oxyde nitrique pendant plusieurs jours.

([1]) *Phil. Magazine Ann.*, t. IV, p. 266 et 331.
([2]) Gay, *Thèse de Doctorat,* p. 15 et suiv.; 1885.
([3]) *Bull. Soc. chim.*, t. I, p. 771; 1889.
([4]) *Bull. Soc. chim.*, t. I, p. 229; 1895.

» Le bismuth a été dosé à l'état d'oxyde. L'analyse conduit à la formule

$$BiCl^3 . AzO.$$

» *Chlorure d'aluminium.* — Le chlorure d'aluminium employé a été purifié par plusieurs sublimations; il était parfaitement blanc et ne contenait pas trace de fer.

» Ainsi sublimé, le chlorure d'aluminium en poudre très fine a été traité comme le chlorure de bismuth. L'absorption est très faible. Le chlorure prend tout d'abord une teinte violette pâle, puis, si la température s'élève légèrement, par une agitation prolongée, au bout d'un temps suffisamment long, cette coloration devient jaune clair.

» L'analyse conduit à la formule

$$Al^2Cl^6 . AzO.$$

» *Propriétés.* — Le composé bismuthique est d'un beau jaune; le composé aluminique, jaune pâle. Ils sont excessivement hygrométriques; le composé d'aluminium fume à l'air. Ils sont décomposables par l'eau comme les composés correspondants du chlorure ferrique et sont fusibles en tube scellé sans décomposition.

» Pour analyser le composé aluminique, il faut le dissoudre, non pas dans l'eau, ce qui occasionnerait une perte considérable de chlorure d'aluminium, mais dans une dissolution de potasse assez concentrée qui retiendra le chlore. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des halogènes sur l'alcool méthylique.* Note de M. **A. Brochet**, présentée par M. P. Schützenberger.

« A la suite de recherches relatives à l'action du chlore sur les alcools de la série grasse, j'ai été amené à étudier non seulement l'action de ce métalloïde, mais également celle du brome et de l'iode sur l'alcool méthylique.

» Divers auteurs, notamment Bouis et S. Cloëz, ont fait réagir le chlore et le brome sur l'*esprit de bois;* ils obtinrent ainsi différentes acétones chlorées. De nombreuses discussions s'élevèrent alors au sujet de certains composés obtenus et de leur identification, soit avec les dérivés de l'acétate de méthyle, soit avec le *bromoxaforme* obtenu auparavant par Cahours en faisant réagir le brome sur les citrates alcalins.

» En 1874, M. Grimaux [1] éclaircit cette question au point de vue du brome; il montra l'identité du parabromalide de Cloëz et du bromoxaforme avec l'acétone pentabromée et reconnut que le brome n'attaque pas à froid l'alcool méthylique et l'acétate de méthyle, ce dernier étant décomposé à 150° avec formation d'acide bromacétique et de bromure de méthyle.

» *Action du chlore.* — Le chlore attaque d'autant mieux l'alcool méthylique à froid que celui-ci est plus étendu d'eau; ainsi, tandis que l'alcool à 99°,5 exige presque la présence des rayons solaires pour être attaqué par le chlore sec, la réaction est accompagnée d'explosion et se fait avec flamme, même à la lumière diffuse, si l'on emploie un alcool étendu de 20 pour 100 ou 40 pour 100 d'eau. Pour avoir une attaque régulière à une lumière diffuse assez vive, j'ai fait réagir le chlore humide sur l'alcool méthylique à 99°,5.

» Dans ces conditions, il se forme principalement de l'aldéhyde formique, ou plutôt de l'alcool chlorométhylique, en admettant l'hypothèse émise en 1873 par M. L. Henry [2] au sujet de la chloruration de l'alcool éthylique. Cet alcool chlorométhylique, sous l'influence de l'acide chlorhydrique agissant comme déshydratant, se transforme en oxyde de méthyle dichloré symétrique. J'ai pu identifier ce corps, qui se dépose sous forme d'un liquide insoluble dans ce milieu, avec le produit obtenu pour la première fois par Regnault en faisant réagir le chlore sur l'oxyde de méthyle

$$2\,CH^2Cl.OH = CH^2Cl.O.CH^2Cl + H^2O.$$

» Cet éther s'hydratant facilement au contact de l'eau avec formation d'acide chlorhydrique et d'aldéhyde formique, j'ai déterminé sa composition par simple dosage volumétrique. Un premier titrage à la soude, en employant le méthylorange comme indicateur, donnait l'acidité; un second, après addition de chlorhydrate d'hydroxylamine, indiquait la teneur en formaldéhyde [3].

» Étant donné son faible poids moléculaire, l'alcool méthylique exige des quantités considérables de chlore pour se transformer en aldéhyde. Pendant toute la durée de l'opération, il se dégage en quantité notable des gaz insolubles dans l'eau; ces gaz troublant l'eau de baryte brûlent avec une flamme bleue légèrement bordée de vert. La coloration verte est due à un peu de chlorure de méthyle facile à éliminer par quelques lavages à l'eau; le reste est formé, en majeure partie, d'acide carbonique (5 à 20 pour 100, suivant les échantillons) et d'oxyde de carbone (50 à 80 pour 100).

» Ce dernier gaz a été identifié :

» 1° Par sa combustion avec flamme bleue;

» 2° Par sa solubilité dans le chlorure cuivreux acide;

» 3° Par son analyse eudiométrique. Le gaz extrait de sa solution dans le chlorure cuivreux et desséché fournit son volume d'acide carbonique par sa combinaison avec la moitié de son volume d'oxygène. Il n'y a pas formation d'eau;

---

(1) Grimaux, *Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. XXII, p. 22.
(2) L. Henry, *D. ch. G.*, t. VI, p. 744.
(3) Brochet et Cambier, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 449.

» 4° Par l'étude spectroscopique de l'hémoglobine agitée avec le mélange gazeux; les deux bandes d'absorption caractéristiques persistant après un contact prolongé avec le sulfhydrate d'ammoniaque.

» Quant à la présence de ces deux gaz, elle peut être expliquée de deux façons : ou bien le chlore agissant sur la formaldéhyde donne successivement le dérivé monochloré ($CHOCl$), puis le dérivé dichloré ($COCl^2$) (chlorure de carbonyle), lesquels se décomposent au contact de l'eau, en donnant de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique,

$$CHOCl = CO + HCl,$$

$$COCl^2 + H^2O = CO^2 + 2HCl.$$

» Ou bien le chlore agissant comme déshydrogénant sur l'aldéhyde donne directement l'oxyde de carbone.

» Si l'on fait réagir le chlore à chaud sur l'alcool méthylique, l'oxyde de méthyle chloré ne se forme pas ; il est directement transformé en méthylal par l'alcool en excès; dans ce cas, naturellement, il se forme de grandes quantités de chlorure de méthyle, de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique. La réaction se produit également avec flamme et explosion même à une lumière très diffuse.

» La chloruration de l'alcool méthylique ne fournissant, comme produit chloré, en se tenant dans certaines conditions, que de l'acide chlorhydrique, permettra facilement, étant donné la différence des actions, d'étudier simultanément l'influence de l'humidité, de la chaleur et de la lumière sur ce genre de réactions.

» *Action du brome.* — Si l'on expose au soleil un flacon contenant une solution de brome dans l'alcool méthylique, on constate, au bout de plusieurs mois, une légère acidité; mais, étant donné que dans ces conditions il ne peut guère se former que de l'acide carbonique, ce qui nécessite une quantité de brome égale à peu près à quinze fois le poids de l'alcool employé, on peut considérer l'attaque de l'alcool méthylique par le brome comme négligeable.

» A 100°, l'action est encore très faible; par contre, à 130°-150°, elle est assez énergique, le liquide se décolore rapidement (1 partie Br pour 2 parties CH^4O). Le produit principal qui se forme dans ces conditions est le bromure de méthyle; celui-ci est mélangé d'un peu d'acide carbonique; on constate également la présence d'une faible quantité d'oxyde de carbone et d'acide formique si le brome n'est pas en excès.

» *Action de l'iode.* — L'iode n'attaque que très difficilement l'alcool méthylique; à 180°-200°, il se forme de l'acide carbonique et de l'acide iodhydrique; ce dernier fournit un peu d'iodure de méthyle; mais, dans ces conditions, la propriété la plus curieuse de l'iode est de déshydrater une forte quantité d'alcool pour donner de l'oxyde de méthyle, très facile à caractériser par sa solubilité dans l'eau et surtout dans l'acide sulfurique (600 volumes). Le gaz extrait de sa solution sulfurique, par addition d'un peu d'eau, puis desséché, peut alors être soumis à la combustion eudio-

métrique. 2 volumes de gaz + 6 volumes d'oxygène donnent, après le passage de l'étincelle, 4 volumes de gaz carbonique et de l'eau.

» On peut, par cette action de l'iode, transformer rapidement de grandes quantités d'alcool méthylique en oxyde de méthyle; la quantité d'iode nécessaire est environ 5 pour 100 du poids de l'alcool; il est préférable de chauffer en plusieurs temps, en déchargeant chaque fois les tubes.

» L'oxyde de méthyle ainsi produit renferme des traces d'iodure. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une théorie physique de la perception des couleurs.* Note de M. **Georges Darzens**, présentée par M. A. Cornu.

« Afin d'expliquer la perception des couleurs, Th. Young et plus tard Helmholtz ont admis que chaque fibre du nerf optique qui vient se rendre à un cône de la rétine est constituée par trois fibrilles, dont l'une est fortement excitable par le rouge et peu par le vert et le violet; la seconde, fortement excitable par le vert et peu par le rouge et le violet; enfin la troisième, fortement excitable par le violet et peu par le rouge et le vert.

» Cette hypothèse rend compte de l'existence de trois couleurs élémentaires; elle explique également un certain nombre d'autres faits, tels que certaines particularités observées dans les dyschromatopsies, le phénomène des couleurs saturées, etc. Mais elle est impuissante à expliquer beaucoup d'autres faits non moins importants. Pourquoi une lumière ayant une longueur d'onde de $0^{\mu},620$ excitera-t-elle fortement une de ces fibres en excitant à peine les deux autres?

» Voici une nouvelle théorie des perceptions lumineuses, qui me paraît plus d'accord avec les progrès de l'Optique physique et de la Physiologie.

» Un rayon lumineux, après avoir traversé les différentes couches de la rétine, atteint normalement la couche pigmentaire de cette membrane; là il se réfléchit et vient interférer avec le rayon incident. Il en résulte qu'il doit y avoir, en avant de la couche pigmentaire, dans l'épaisseur même de la rétine par conséquent, un système d'ondes stationnaires distantes de $\frac{\lambda}{2}$, comme dans les expériences de O. Wiener ou dans celles de M. Lippmann sur la photographie des couleurs. Il est, de plus, probable que ces ondes stationnaires ne doivent exister que sur une faible épaisseur, à cause de l'absorption par le milieu qui constitue la rétine.

» Remarquons, en passant, que cette fonction de miroir de la couche pigmentaire existe d'une façon indubitable chez le bœuf, où elle constitue

le *tapis*. Ce sont précisément ces ondes stationnaires qui viennent exciter les terminaisons nerveuses du nerf optique. Ces terminaisons sont de deux ordres : les bâtonnets et les cônes.

» Les bâtonnets étant constitués par des fibrilles cylindriques parallèles entre elles, on conçoit que ces ondes stationnaires les exciteront toutes, quelle que soit leur position, c'est-à-dire quel que soit le λ de la lumière incidente ; il faut donc en conclure que les bâtonnets donneront au cerveau la notion de lumière, sans lui permettre de juger de la couleur : on sait que le cerveau reporte toujours à la périphérie ses excitations, quel que soit l'endroit où le nerf a été excité.

» Les cônes, au contraire, étant constitués par des fibrilles parallèles, mais d'inégale longueur, seront excités différemment suivant le λ ; ils permettront donc au cerveau de se rendre compte de la couleur.

» Ces deux conclusions sont pleinement vérifiées par l'expérience :

» On sait que nous ne percevons bien toutes les couleurs que par la partie centrale de notre rétine (tache jaune) ; or, c'est là que se trouvent précisément les cônes, les bâtonnets étant surtout rejetés vers l'équateur de la rétine, qui ne donne plus que la sensation de lumière sans la notion de couleur.

» D'autre part, les animaux nocturnes, qui ne distinguent pas les couleurs, n'ont pas de cônes, tandis que les oiseaux qui se nourrissent d'insectes colorés ont des rétines riches en cônes.

» Enfin, si cette théorie est vraie, toutes les fois que la couche pigmentaire de la rétine disparaîtra, soit par la sénilité, soit par la maladie, il devra en résulter un affaiblissement parallèle de la vue (achromatopsie). C'est ce que l'expérience semble confirmer également.

» Cette nouvelle théorie peut se mettre d'accord avec l'hypothèse de Young et de Helmholtz. Il suffit d'admettre que les fibrilles des cônes se partagent en trois groupes allant se rendre à trois centres de perceptions différents. Bien plus, elle permet de se rendre compte pourquoi la longueur d'onde qui excite fortement un de ces groupes de fibrilles doit exciter faiblement les deux autres. Elle explique cette curieuse disposition de la rétine, où les éléments excitables (cônes et bâtonnets) se trouvent placés dans la couche la plus profonde, tournés pour ainsi dire du côté de la couche pigmentaire, ce qui paraissait inexplicable jusqu'ici.

» Il est remarquable de voir que le procédé employé par l'œil, pour se rendre compte de la longueur d'onde d'une lumière, est tout à fait comparable aux procédés employés jusqu'ici par les physiciens.

» Cette théorie me paraît satisfaisante à l'esprit, car elle ramène la perception des couleurs à l'appréciation d'une longueur λ qui est une grandeur d'ordre comparable aux dimensions des éléments anatomiques de la rétine. De plus, elle me paraît de nature à jeter une vive lumière sur l'explication d'un certain nombre de particularités de l'œil.

» Pour ne citer qu'un seul exemple, je ferai remarquer que, dans l'étude de l'achromatisme de l'œil, il ne faudra plus considérer la rétine comme un simple écran semblable à celui de nos laboratoires, mais bien comme un écran qui perçoit les différentes couleurs dans des zones différentes. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence et le rôle de l'amidon dans le sac embryonnaire des Cactées et des Mésembryanthémées.* Note de M. **E. d'Hubert**, présentée par M. Ph. van Tieghem.

« Quoique les observations relatives au sac embryonnaire aient été très nombreuses pendant ces dernières années, on n'a signalé la présence de l'amidon dans ce sac que dans un très petit nombre de cas [1], et jamais on n'a recherché sa manière d'être et son rôle.

» L'ovule des Cactées se prête bien à de telles recherches, et voici les résultats principaux auxquels l'étude de cet ovule m'a conduit. Dans tous les cas étudiés (4 *Cereus*, un grand nombre de *Phyllocactus* hybridés ou non, 2 *Epiphyllum*, 3 *Echinopsis*, 1 *Echinocactus*, 2 *Mamillaria*, 1 *Hariota*, 7 *Rhipsalis*) :

» 1° Le funicule contenant de l'amidon, l'ovule n'en possède pas avant la différenciation de la cellule sous-épidermique du nucelle (cette cellule donne directement le sac embryonnaire);

» 2° L'amidon apparaît en petits grains sphériques dans le protoplasme qui entoure le noyau de la cellule mère, soit un peu avant, soit un peu après la division de ce noyau. Ces grains d'amidon augmentent de nombre et de grosseur pendant la division en huit noyaux, et ils se disposent ainsi :

» 3° En grains de 1 à 2 μ de diamètre dans les synergides, dont la différenciation est hâtive [2];

» En grains de même grosseur et peu nombreux, autour de l'oosphère;

---

(1) Guignard, *Embryogénie des Légumineuses*, p. 25. — Guignard, *Ovules et fécondation des Cactées* (*Bull. Soc. bot.*; 1886).

(2) La forme des synergides est surtout remarquable par un très grand allongement.

» En grains de 3 à 5 μ autour des noyaux polaires, dont le fusionnement est tardif;

» En grains de 2 μ environ dans l'appareil antipode.

» 4° Au moment de la fécondation, l'amidon des antipodes a presque disparu, et sa disparition sera totale.

» Il en est de même pour celui des synergides. L'oosphère en est toujours entourée, et la fécondation se fera au sein même de l'amidon (grains de 2 à 3 μ de diamètre).

» Le noyau du sac [1] est entouré de grains d'amidon de plus en plus volumineux, et toutes les divisions ultérieures de ce noyau (jusqu'au stade 32 environ) se feront au sein de l'amidon; les grains, dont le diamètre atteint jusqu'à 8 et 10 μ, diminueront petit à petit pour disparaître complètement.

» 5° Le jeune embryon et son suspenseur ne contiennent pas d'amidon. A partir du stade 32 environ, l'albumen n'en contient plus. Ces faits montrent que l'amidon joue, dans le sac embryonnaire des Cactées, un rôle de nutrition capital; il accompagne les différents noyaux dans leurs migrations, il paraît nécessaire à la régularité de tous les phénomènes ayant pour siège le sac embryonnaire; enfin, il permet, mieux que partout ailleurs, de rechercher le rôle des différents éléments du sac [2].

» Les observations faites jusqu'ici ne me permettent pas d'infirmer l'assertion de M. Guignard qui a décrit [3], dans le tube pollinique des *Cereus,* des granulations amylacées émigrant de là dans l'ovule. Cependant, on vient de voir que le sac embryonnaire est gorgé d'amidon bien avant la fécondation, et que la localisation en est très précise.

» 6° La forme du sac embryonnaire, la disposition de ses éléments à maturité, et celle de l'amidon, ne permettent ni de délimiter sûrement les différents genres de Cactées, ni de reconnaître si l'ovule étudié provient ou non d'un hybride. Tous les phénomènes qui ont pour siège le sac embryonnaire présentent chez les Cactées la plus grande uniformité.

» 7° Jusqu'à plus ample informé, les mêmes faits se retrouvent chez les Mésembryanthémées.

» 8° Les observations déjà faites permettent de penser que le rôle de l'amidon est de conserver au sac embryonnaire l'état qui caractérise le sac

---

(1) La division du noyau du sac suit immédiatement la fusion des noyaux polaires.

(2) Rôle que je me propose d'indiquer dans une prochaine Communication.

(3) Guignard, *loc. cit.*

mûr et apte à être fécondé. Les phénomènes très nets de régression des éléments du sac, lorsque l'ovule reçoit tardivement ou ne reçoit pas le tube pollinique, parlent en faveur de cette manière de voir. Chez les Cactées, la fécondation est difficile, et l'ovule doit pouvoir conserver longtemps son aptitude à être fécondé.

» Je poursuis ces observations pour rechercher si la présence de l'amidon n'est pas également en relation avec la carnosité de ces plantes et aussi pour étendre ces résultats aux Cactées non encore étudiées. »

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique de la partie nord-ouest du département des Alpes-Maritimes*. Note de M. **Léon Bertrand**, présentée par M. Fouqué.

« Les recherches que je poursuis depuis quelques années sur la géologie du nord des Alpes-Maritimes m'ont amené à la conclusion que les accidents tectoniques de cette région peuvent se diviser en plusieurs catégories :

» 1° *Des plis anticlinaux et synclinaux*, qui se prolongent avec une hauteur à peu près uniforme sur une longueur très grande par rapport à leur largeur ; ces plis se renversent fréquemment et aboutissent souvent à la formation de plis-failles, comme cela a lieu d'ordinaire dans les régions plissées ;

» 2° Des *dômes* elliptiques, formés de couches plongeant de tous côtés vers l'extérieur, et des dépressions analogues (dômes inverses ou *cuvettes synclinales*) où les couches plongent de toutes parts vers le centre ; le grand axe de ces accidents n'est jamais très grand par rapport au petit. L'importance de ces dômes dans le Bassin de Paris a été mise en évidence par MM. Munier-Chalmas et Marcel Bertrand, et récemment ce dernier auteur et M. Fournier ont montré qu'ils jouent aussi un rôle important dans la géologie provençale. D'autre part, M. Munier-Chalmas a insisté à diverses reprises, dans son cours de Géologie à la Sorbonne, sur la grande fréquence de ces accidents tectoniques.

» Les dômes peuvent être situés sur le trajet de plis anticlinaux alignés suivant leur grand axe, et être considérés comme résultant d'une surélévation locale de l'axe de ces anticlinaux par suite d'une moindre résistance au plissement ou de pressions plus fortes ; de même, les cuvettes synclinales jalonnent souvent des synclinaux et résultent d'une dépression locale de leur axe. Ces surélévations et abaissements des axes anticlinaux et syncli-

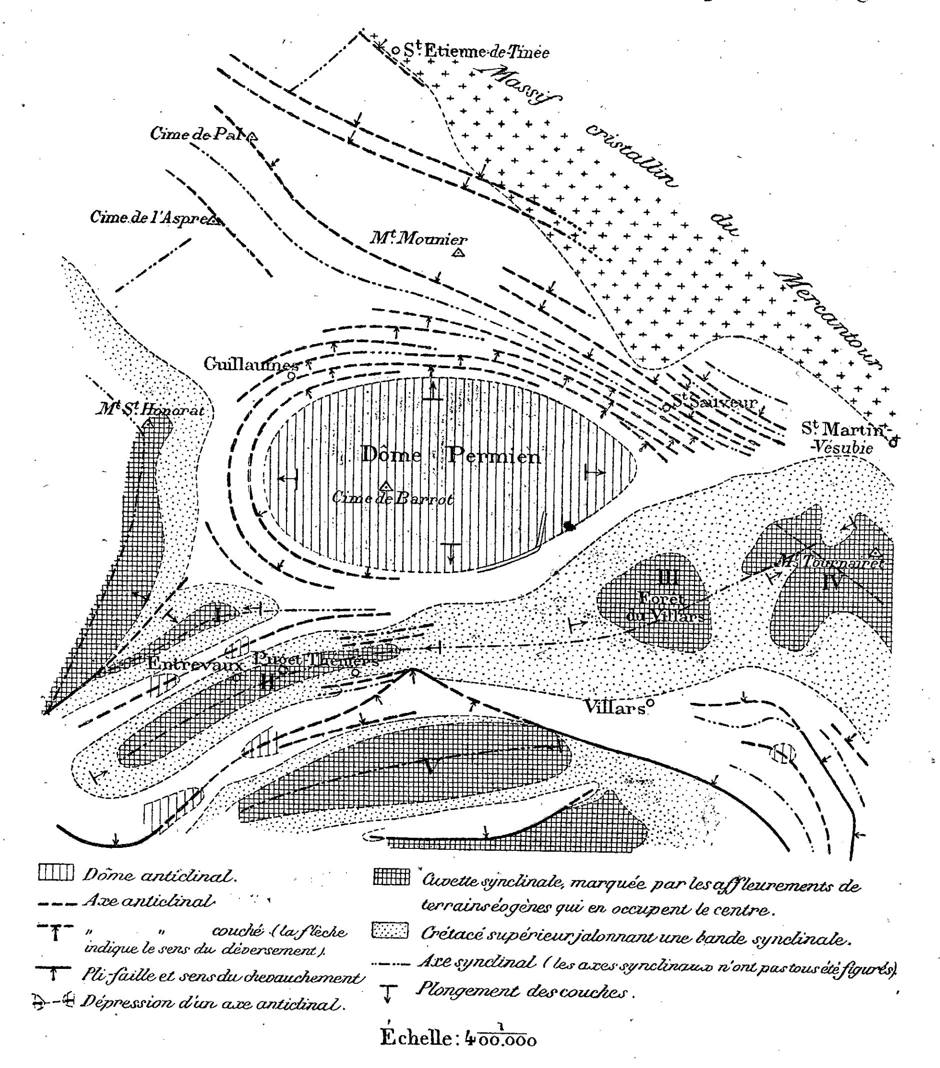
naux ont été expliqués par M. Marcel Bertrand par le croisement de directions anticlinales et synclinales transverses; dans cette théorie, les centres des dômes doivent être alignés suivant des lignes transversales, passant aussi par les points où l'axe des synclinaux est surélevé; un fait analogue doit se produire pour les cuvettes synclinales. Mais il ne me paraît pas que le phénomène soit aussi régulier dans la région que j'ai étudiée, et, en particulier, aux environs d'Entrevaux et de Puget-Théniers, où est bien développé un régime de cuvettes synclinales parallèles.

» La carte ci-jointe montre en effet, au nord-ouest d'Entrevaux, une cuvette synclinale (I), se terminant vers l'est par un relèvement brusque de son axe et ayant son centre, c'est-à-dire le point le plus déprimé pour une couche déterminée prise comme repère, situé à peu près au nord-ouest d'Entrevaux; puis vient un anticlinal qui présente un abaissement très net de son axe à l'ouest d'Entrevaux, suivi par une autre cuvette cynclinale (II), qui passe par Entrevaux et Puget-Théniers, et où l'altitude la plus faible du Nummulitique se trouve entre ces deux localités; cette cuvette, qui se termine à ses deux extrémités par un relèvement brusque, est située sur le trajet d'une large bande synclinale qui se prolonge vers l'est, présentant une nouvelle dépression moins marquée (III) à la forêt du Villars, et vient aboutir au massif de Tournairet, où se produit encore un abaissement très marqué de l'axe (IV), en même temps qu'un changement de direction. Au sud de la cuvette II se rencontre un anticlinal très important et qui acquiert, à l'est de Puget-Théniers, des complications dans le détail desquelles je n'entrerai pas ici; le seul fait que je veuille retenir est l'existence d'un abaissement brusque de son axe au sud-ouest de Puget-Théniers. Cet abaissement correspond assez bien avec celui de l'anticlinal précédent, mais non avec le centre de la cuvette II, ni avec celui de la cuvette synclinale V, située plus au sud, et dont le centre correspond plutôt à une surélévation des axes des deux anticlinaux adjacents; parmi ceux-ci, celui situé au sud se comporte à ses deux extrémités comme un dôme et surgit brusquement, mais se transforme en pli-faille en son milieu.

» On voit, d'après ce qui précède, que *les surélévations et les abaissements des axes de divers plis parallèles peuvent ne pas se correspondre d'un pli à l'autre, et même d'un anticlinal au synclinal adjacent. Les dômes peuvent surgir sur le trajet des anticlinaux et les cuvettes synclinales s'enfoncer sur le cours des synclinaux en des points quelconques, indépendants des dômes voisins*. Une autre particularité de ces dômes et cuvettes synclinales consiste dans la facilité avec laquelle elles disparaissent brusquement sans presque laisser de traces sur leur prolongement.

» Indépendamment de ces dômes, qui naissent sur le trajet d'anticlinaux, il en existe d'autres qui paraissent avoir une existence autonome et ne semblent pas se relier à un anticlinal : tels sont, par exemple, les *massifs amygdaloïdes* signalés par M. Marcel Bertrand, qui naissent brusque-

ment au centre d'un synclinal et disparaissent de même; tels sont encore certains *massifs centraux* alpins, qui surgissent brusquement sans que leur venue semble préparée par un anticlinal. Ces dômes, partout où ils existent, ont une part prépondérante dans la tectonique de la région, et



l'on constate facilement qu'ils jouent *un rôle directeur très marqué envers les plis et orientent pour ainsi dire ceux-ci*. La région que j'ai étudiée m'en a fourni un exemple très net.

» L'examen de la carte ci-jointe montre l'existence, au sud-ouest du massif cris-

tallin du Mercantour, d'un *dôme à noyau permien*, dont le contour a été figuré approximativement par la courbe de niveau 800^m de la surface supérieure du Permien. Le massif cristallin présente, sur sa bordure sud-ouest, une série de *plis déversés vers l'extérieur du massif*, dont la direction générale est à peu près celle de son grand axe; plus à l'extérieur, se trouve un autre anticlinal parallèle à ceux-ci, mais non déversé, qui passe par la cime de l'Aspre et est suivi, au sud-ouest, par un large synclinal; celui-ci contourne l'extrémité ouest du dôme permien, en subissant une déviation qui l'amène d'abord N.-S., puis N.E.-S.O., et vient *se rebrousser brusquement* à angle très aigu, en donnant naissance à la cuvette I, qui contourne le bord sud du dôme permien; l'arête de rebroussement est jalonnée par le cours du Var au-dessus du confluent du Colomp.

» L'intercalation du dôme au milieu d'un faisceau de plis primitivement parallèles et orientés N.O.-S.E., que ce dôme soit contemporain de ces plis ou antérieur, a donc eu pour effet de produire un rebroussement brusque du synclinal qui le suit immédiatement (1). Les plis plus extérieurs du faisceau, situés dans les Basses-Alpes, contournent ce rebroussement en faisant un coude de plus en plus arrondi, et il est ainsi facile de se rendre compte de la cause de la déviation brusque que présentent les plis de cette zone des Alpes.

» Quant à l'origine de ce dôme, la carte montre qu'il se trouve sur le prolongement de l'anticlinal de la cime de l'Aspre, mais la direction de son grand axe est tout à fait différente de celle de cet anticlinal, qui semble d'ailleurs disparaître vers le sud-est, ou tout au moins est complètement masqué par les *plis périphériques du dôme*, dont il me reste à parler.

» Sur les trois quarts de son pourtour, en effet, la couverture triasique et jurassique du dôme présente une série de *plis concentriques, déversés vers l'extérieur et qui contournent sans interruption l'extrémité occidentale du dôme*. Ces plis, aux environs de Saint-Sauveur, se rapprochent très fortement de ceux de la bordure du massif cristallin, déversés en sens inverse. Vers le sud-est, au contraire, la surrection du dôme a été très brusque et a même produit localement un étirement du Trias et du Lias de la couverture, marqué par un double trait sur la carte.

» La présence de ces plis périphériques, déversés vers l'extérieur et *contournant le dôme* est analogue aux faits observés par M. Munier-Chalmas au sud du dôme de Bray et par M. Marcel Bertrand en Provence, mais se produit ici sur une plus grande longueur; elle différencie ce massif des *massifs amygdaloïdes*, où les plis s'atténuent et disparaissent à l'extrémité du massif, comme cela a lieu, d'ailleurs, pour l'extrémité nord-ouest du massif cristallin de Mercantour. Ce dôme disparaît brusquement vers l'est, et l'on voit le synclinal qui le suit au sud venir en contact immédiat avec le massif cristallin avant même d'arriver à Saint-Martin-Vésubie, où le bombe-

---

(1) M. Marcel Bertrand a signalé un fait analogue à l'extrémité sud-ouest du massif du Grand-Paradis, près de Bonneval.

ment central du dôme et tout le faisceau de plis couchés, si net aux environs de Saint-Sauveur, ont complètement disparu. »

PALÉO-ETHNOLOGIE. — *Un maxillaire inférieur humain trouvé dans une grotte des Pyrénées.* Note de MM. **Louis Roule** et **Félix Regnault**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Cette grotte, dite de l'*Estelas*, du nom du pic où elle est creusée, est située dans le territoire de la commune de Cazaret, près Saint-Girons (Ariège). Une certaine importance lui est donnée par son altitude, quelque peu supérieure à 900^m, qui la rend une des cavernes les plus élevées des Pyrénées, sinon la plus haute. Malgré cette particularité, elle contient, au-dessous de son plancher stalagmitique, une riche faune quaternaire, intéressante par l'abondance des débris de la Marmotte, complètement disparue aujourd'hui de la chaîne entière. Fouillée à plusieurs reprises et à diverses époques, soit par M. l'ingénieur Harlé, qui a publié les résultats de ses recherches (*Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 1894), soit par nous, cette grotte a donné, entre autres échantillons capables de fixer son âge : la Marmotte, le Cheval, le Cerf élaphe, un Bovidé de grande taille, l'*Ursus arctos*, et quelques os entiers des membres d'un Ours qui, à en juger par ses dimensions énormes, était l'*Ursus spelæus*.

» Cette curieuse association d'animaux, où manque le Renne, offre déjà de l'intérêt par l'altitude de la grotte où ils ont laissé leurs vestiges. Les ossements du grand Ours sont surtout nombreux dans les couches profondes de l'assise argileuse placée sous la stalagmite; et, parmi eux, engagé dans l'argile, sans être accompagné d'aucune autre pièce correspondante, se trouvait, ainsi isolé, un maxillaire inférieur humain.

» Cet exemplaire, recueilli en place, est important à divers égards. Il est entier, alors que les rares échantillons similaires sont incomplets. Il appartient, d'après ses dimensions et les caractères de sa dentition, à un jeune sujet, âgé d'environ dix ans; alors que les mâchoires déjà connues ont atteint tout leur accroissement. Enfin, il offre, au sujet de l'Anatomie comparée des races humaines, un certain nombre de particularités intéressantes.

» Ce maxillaire mesure, sur le bord inférieur de son corps, 7^{cm} depuis la symphise mentonnière jusqu'au gonion et 4^{cm},5 sur le bord postérieur de la branche montante, depuis le gonion jusqu'au sommet du condyle. La largeur bigoniaque est de 82^{mm}, et

la largeur bicondylienne de 100mm. L'angle goniaque mesure 121°. Il est difficile d'apprécier avec sûreté la valeur exacte de l'angle symphisaire, car le bord incisif est quelque peu ébréché; cet angle paraît compter, en moyenne, de 75° à 80°.

» Les incisives manquent; elles étaient, d'après la taille de leurs alvéoles, petites et serrées. Les canines sont en voie de remplacement; celle de droite fait défaut; celle de gauche est située dans son alvéole. Les deux prémolaires de chaque côté ont deux racines et plusieurs tubercules; en conséquence, elles appartiennent encore à la dentition de lait. La première molaire, entièrement sortie, porte cinq tubercules. La deuxième molaire est enfermée dans son alvéole; la troisième molaire ne se manifeste pas au dehors. En résumé, d'après ces caractères, le sujet auquel appartenait ce maxillaire était un jeune adolescent, d'une dizaine d'années, sans doute, qui perdait ses dents de lait et les remplaçait par des dents permanentes. Le bord alvéolaire offre d'autres particularités. En avant des incisives, il porte une crête saillante très forte, en partie disparue par effritement, mais dont il demeure des traces, et que nous avons eu le temps de fixer par la Photographie. En arrière de la première molaire il est fort large. Ces deux faits dénotent, selon toutes probabilités, la présence d'une lèvre inférieure épaisse, et l'égalité tout au moins, sinon la supériorité en dimensions, des dernières molaires avec la première.

» Le corps du maxillaire est trapu, épais et peu élevé. Il porte en avant, sur sa ligne médiane, une courte saillie mentonnière, peu prononcée, de faible surface, aux contours bien arrêtés; cette apophyse surbaissée donne au menton un profil d'une faible avancée, et seulement au-dessus du bord inférieur. La ligne oblique interne, sur laquelle s'insère le muscle mylo-hyoïdien, est fort large et surélevée. La branche montante est courte, ample; son apophyse coronoïde, déjetée en dehors par son sommet, est très épaisse à sa base.

» En somme, cette mâchoire présente des caractères manifestes d'infériorité, et, par surcroît, elle possède des qualités de force, de puissance, d'étendue des insertions musculaires, remarquables pour un sujet aussi jeune. En la comparant à celle trouvée par l'un de nous dans la grotte de Malarnaud (Ariège), qui a été savamment décrite par M. Filhol (*Revue des Pyrénées*, 1889), comme à celle de la Naulette, dont nous avons un excellent mélange dû à l'obligeance de M. Dupont, directeur du Musée de Bruxelles, et qui ont appartenu à des individus adultes, la ressemblance d'ensemble, abstraction faite d'une moyenne des différences établies par l'âge, est frappante. Le corps épais et bas, la branche montante courte et large, l'insertion mylo-hyoïdienne forte composent autant de particularités communes. L'unique dissemblance tient à la présence d'une saillie mentonnière sur le maxillaire de l'Estelas, et à son défaut sur les autres; la forme et la petitesse de ce mamelon dans le premier cas, et son allure générale, portent à penser que, selon toutes probabilités, il est destiné à s'effacer pendant les phases ultérieures de l'accroissement de l'os. Ces faits

réunis se complètent mutuellement et conduisent à exprimer la notion suivante : Durant l'époque où le grand Ours des cavernes, aujourd'hui disparu, habitait nos pays, vivait également, dans nos contrées, une race humaine, de taille normale, à la mâchoire inférieure basse et puissante. privée de menton, ou n'en ayant qu'un petit chez les jeunes; à cause de l'étendue des insertions musculaires de cette mâchoire, qui dénote l'existence de volumineux muscles mentonniers, et de l'absence ou de la petitesse de la saillie mentonnière, cette région antérieure et inférieure de la tête devait être fuyante et venir largement se raccorder au cou.

» Nous nous sommes bornés à décrire les caractères essentiels de cet exemplaire, avec les conditions de sa découverte; nous en faisons hommage au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. »

M. A. **Thézard** adresse une Note relative à la « fertilisation du sol dans les promenades et plantations de Paris ».

M. V. **Diard** adresse, de Buenos-Aires, une Note relative à la conservation des viandes.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 juillet 1895.

La vie et l'œuvre botanique de P. Duchartre, par M. D. Clos, professeur honoraire de la Faculté des Sciences, Correspondant de l'Institut. Paris, 1895; in-8°.

Notes pratiques sur l'injection sous-cutanée, par M. le Dr J. Rousset (de Genève). Sceaux, Charaire et Cie, 1895; 1 br. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Paris, 1895; 1 vol. in-4°.

Analyse spectrale des minéraux, par M. Arnaud de Gramont. Paris, Baudry et Cie, 1895; 1 vol. in-8°.

L'Anthropologie. N° 3. Mai-juin 1895. Paris, G. Masson; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. 26 juin-2 juillet 1895; 2 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Juin 1895. N° 119. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 br. gr. in-8°.

Revue maritime et coloniale. Juin 1895. Paris, Baudoin; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale. Tome VIII, quatrième livraison. 1894. Saint-Étienne; 1 vol. in-8°, avec Atlas in-f°.

La Nature, revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Rédacteur en chef: M. Gaston Tissandier. Paris, G. Masson; 1 fasc. gr. in-8°.

Archives biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome III. N° 6; 1 vol. in-4°.

Nova acta regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis. Seriei tertiæ. Vol. XV. Fasc. II. 1895; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JUILLET 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la décharge électrique de la Torpille*; par M. D'ARSONVAL.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les principaux résultats des recherches que j'ai entreprises au laboratoire de Zoologie et Physiologie maritimes de Concarneau sur la décharge électrique de la Torpille (¹).

» Je ne ferai pas l'historique de la question; je me bornerai à renvoyer le lecteur au Mémoire le plus original et le plus important publié sur le sujet par mon éminent maître et ami M. Marey (²). Je me suis proposé

(¹) Ce laboratoire, fondé par Coste, vient d'être récemment rendu au Collège de France. Je suis heureux de remercier publiquement M. Fabre-Domergue, sous-directeur, et Biétrix, préparateur du laboratoire, du concours qu'ils m'ont prêté pendant ce travail.

(²) Voir MAREY, *Travaux du Laboratoire*, année 1877; Masson, éditeur.

surtout d'effectuer des mesures, au point de vue électrique, ce côté de la question n'ayant pas été abordé, et d'inscrire sous forme de courbe continue, l'onde électrique caractérisant ce phénomène. Cette analyse a une importance générale très grande en raison du lien intime qui unit la décharge électrique à la contraction musculaire. Le muscle et l'organe électrique obéissent aux mêmes lois générales. L'acte électrique et l'acte musculaire s'éclairent l'un par l'autre. Ainsi que je l'ai dit depuis nombre d'années ([1]), la contraction musculaire et la décharge de l'organe électrique me semblent reconnaître la même cause : les variations de la tension superficielle que le fonctionnement de l'électromètre capillaire de notre confrère Lippmann met bien en évidence. La décharge de l'organe électrique n'est que l'exagération de l'oscillation électrique que l'on constate dans le muscle lors de sa contraction. J'insiste sur ce fait parce qu'il n'a pas été compris lorsque je l'ai publié, en 1878 pour la première fois, les physiologistes étant, pour la plupart, à cette époque, assez ignorants des lois qui régissent les phénomènes électriques.

» Pour inscrire les phases de la décharge de la Torpille et la mesurer, j'ai eu recours à quelques dispositifs spéciaux, que je décrirai sommairement tout d'abord.

» I. Le premier appareil inscripteur, que j'appelle *galvanographe*, dérive, comme principe, du galvanomètre à circuit mobile, que j'ai imaginé en 1880, en collaboration avec notre Confrère Marcel Deprez. Il se compose essentiellement ([2]) d'une bobine très légère en aluminium sur laquelle est enroulé le circuit traversé par la décharge. Cette bobine est fixée au centre d'une membrane en caoutchouc, fortement tendue sur un tambour à air de Marey. Ce premier tambour est relié par un tube de caoutchouc à un second tambour amplificateur plus petit, portant un court levier inscripteur se déplaçant sur un cylindre enfumé. La bobine mobile plonge dans un champ magnétique annulaire de grande intensité. En vertu d'une action bien connue, cette bobine se déplacera dans le champ et son déplacement mesurera à chaque instant le sens et les variations du courant qui la traverse. Cet ensemble constitue un galvanomètre très sensible, inscrivant à distance ses indications par le mécanisme bien connu des tambours

---

([1]) Voir D'ARSONVAL, *Gazette des Hôpitaux*, 21 mai 1878, et *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 4 juillet 1885.

([2]) Voir D'ARSONVAL, *Société internationale des Électriciens*, avril 1892, et *Société française d'Électrothérapie*; 1891.

à air de Marey, employés en Physiologie. La bobine en aluminium et les membranes en caoutchouc constituent un système amortisseur des plus énergiques qui rend l'instrument très apériodique. On peut encore augmenter l'apériodicité en faisant mouvoir la bobine dans du pétrole, mais cette précaution est inutile dans le cas présent, car les mouvements de la bobine ont une très faible amplitude, la multiplication se faisant par le jeu naturel des tambours à air qui sont, comme je l'ai dit, de diamètres inégaux.

» J'ai employé également un deuxième appareil inscripteur, constitué par un fil d'argent d'environ un dixième de millimètre de diamètre et de 40^{cm} à 50^{cm} de long. Ce fil est tendu horizontalement entre deux supports rigides. En son milieu vient s'accrocher un deuxième fil tendu par un ressort de caoutchouc et portant une pointe très fine se déplaçant sur le cylindre enregistreur. Quand le fil d'argent est traversé par un courant, il s'échauffe et l'allongement qui en résulte est considérablement amplifié par la flèche qu'il forme. La pointe laisse une trace sur le cylindre. Les indications de cet appareil sont très rapides en raison de son peu de masse. Elles le deviennent bien plus encore si le fil d'argent, au lieu d'être exposé à l'air, est noyé dans du pétrole. Comme je ne demandais à cet appareil que la mesure de l'intensité efficace du courant dans le cas actuel, et non l'indication des phases de la décharge, je n'ai pas employé le bain de pétrole qui diminue beaucoup la sensibilité. C'est un dispositif analogue qui me sert depuis assez longtemps à mesurer l'intensité des courants alternatifs à haute ou basse fréquence. On tare naturellement l'appareil en le faisant traverser par un courant continu d'intensité connue. Inutile d'ajouter que, si le courant à mesurer est très intense, on n'en dérive qu'une partie dans le fil d'argent. C'est ce qui a lieu pour la décharge de la Torpille, comme je le dirai tout à l'heure.

» II. Pour procéder à une mesure, la Torpille est placée sur un plateau à fond métallique, dans lequel on laisse une couche d'eau de mer de 1^{cm} d'épaisseur pour que l'animal puisse respirer pendant l'expérience. Dans une feuille de papier d'étain, on taille deux électrodes ayant la forme des organes électriques et l'on applique ces deux feuilles sur la surface dorsale de ces organes, en les réunissant entre elles par une bande de papier d'étain de 5^{cm} de largeur et assez épaisse.

» Le plateau métallique inférieur constituera l'électrode négative et les lames d'étain l'électrode positive de cet électromoteur vivant. Ce sont ces

électrodes qu'on réunit aux différents appareils destinés à mesurer ou à rendre visible la décharge des organes.

» Pour provoquer la décharge, il suffit de pincer même légèrement, avec une pince à dissection, le bord des ailes du poisson. Dans ces conditions, la Torpille ne donne, en général, qu'une décharge; mais, si le pincement est violent, les décharges sont multiples et gênantes pour l'enregistrement.

» III. La courbe inscrite par le galvanographe montre que la décharge n'est pas continue, ainsi que l'a signalé M. Marey; elle se compose de 6 à 10 décharges successives qui s'additionnent au début en se suivant à environ $\frac{1}{100}$ de seconde. L'intensité atteint son maximum, en général, après la troisième décharge partielle et va ensuite en diminuant graduellement jusqu'à zéro. Le courant va toujours dans le même sens, de façon que le dos de l'animal est toujours positif et le ventre toujours négatif. La courbe tracée a une allure absolument semblable à celle de la contraction musculaire, l'intensité augmentant rapidement pour atteindre son maximum et retomber ensuite à zéro plus lentement.

» La durée moyenne d'une décharge oscille entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{5}{100}$ de seconde à la température de 19°C. où j'ai opéré.

» Sur des Torpilles de 25^{cm} à 35^{cm} de diamètre, conservées depuis huit jours dans les bassins du laboratoire, j'ai obtenu les nombres suivants : la force électromotrice a oscillé entre 8 et 17 volts et l'intensité entre 1 et 7 ampères.

» En possession de ces nombres j'ai pensé qu'il était possible de traduire aux yeux du public l'énergie de la décharge sous une forme plus palpable. J'ai employé pour cela le dispositif suivant qui réussit très bien. Je prends une lampe à incandescence consommant 4 volts et 1 ampère et je la réunis à un des organes électriques. En pinçant l'animal, cette lampe s'allume et se trouve portée au blanc éblouissant pendant un instant. Il est prudent de mettre la lampe en rapport avec un seul des organes et de pincer légèrement l'animal, sans quoi la lampe est infailliblement brûlée, comme cela m'est arrivé la première fois que j'ai fait l'expérience. J'ai pu mettre trois de ces lampes en tension et les allumer au blanc; j'ai réussi également en les plaçant en quantité. N'en ayant pas un plus grand nombre sous la main, j'ai dû borner là mes expériences qui démontrent d'une façon suffisante l'exactitude des nombres fournis par mes appareils inscripteurs. Avec un ampèremètre Deprez-Carpentier l'aiguille a été chassée plusieurs fois au delà de la graduation qui n'allait qu'à 5 ampères.

» En lançant la décharge dans une petite bobine de Ruhmkorff, j'ai également fait briller d'un vif éclat deux tubes de Geissler. Ces expériences, faciles à répéter, ont l'avantage de montrer à un nombreux auditoire à la fois la nature électrique et l'intensité de la décharge de la Torpille.

» IV. Les deux organes fonctionnent synergiquement et avec la même intensité, comme on s'en assure facilement en plaçant une lampe électrique sur chaque organe. Les deux lampes s'allument au même instant et présentent le même éclat, bien qu'ayant des circuits séparés.

» V. L'organe s'épuise vite; après 4 ou 5 décharges répétées coup sur coup la lampe s'allume de plus en plus faiblement. Si l'on n'a utilisé le courant que d'un seul organe et qu'on porte ensuite la lampe sur le second organe qui est resté à circuit ouvert, on obtient un courant très fort allumant vivement la lampe; ce fait prouve que l'incitation nerveuse volontaire ne suffit pas pour épuiser l'organe et que c'est bien dans l'organe et non dans le système nerveux que se produit l'électricité. Cinq à dix minutes de repos rendent à la décharge son énergie première, si l'on n'a exercé que de légers pincements.

» VI. En enfonçant deux aiguilles thermo-électriques dans les organes, j'ai constaté que, pendant la décharge, l'organe s'échauffe jusqu'à $\frac{2}{10}$ et $\frac{3}{10}$ de degré, mais seulement s'il est fermé en court circuit sur lui-même. A circuit ouvert, je n'ai constaté aucun échauffement malgré des pincements répétés.

» VII. En coupant les nerfs électriques de façon à supprimer l'action de la volonté et en excitant le bout périphérique de ces nerfs par un choc d'induction, le galvanographe inscrit une décharge ou plutôt un flux unique d'électricité, comme l'avait constaté déjà M. Marey. La courbe de cette décharge est tout à fait semblable à celle de la secousse musculaire. La décharge ainsi provoquée est beaucoup plus faible que la décharge volontaire. Son intensité croît avec l'intensité de l'excitation jusqu'à une certaine limite comme pour le muscle. Je n'ai pas poussé plus loin cette dernière analyse, M. Raphaël Dubois m'ayant exprimé le désir d'étudier plus particulièrement ce point spécial. Les nerfs électriques m'ont paru être plus excitables par les courants de la pile que par les courants d'induction; il leur faudrait donc une caractéristique d'excitation plus étalée que pour le nerf moteur musculaire.

» VIII. En plaçant sur l'organe un stéthoscope à membrane pendant la décharge, j'ai pu percevoir, à deux reprises, un son assez bas, correspondant à environ 100 vibrations par seconde, montrant que l'organe est le

siège de vibrations, comme cela a lieu pour le muscle pendant la contraction volontaire. Il faut, pour cela, fermer l'organe ausculté en court circuit et pincer très légèrement l'animal, sans quoi les mouvements qu'il fait rendent l'observation impossible. Je n'ai pu réussir à l'entendre sur l'organe isolé excité artificiellement.

» IX. En enregistrant la décharge volontaire au moyen de deux signaux Deprez communiquant avec le même organe, mais l'un recevant le courant provenant de la partie antérieure, et le second de la partie postérieure, j'ai constaté un retard de quatre centièmes de seconde, du second sur le premier. L'organe constituerait-il plusieurs départements ayant des décharges indépendantes? Les faits signalés aux n°s VIII et IX demandent un supplément d'instruction.

» X. Enfin, on ne constate aucune différence de potentiel entre les deux faces de l'organe au repos. Cette différence ne se montre qu'au moment où l'animal lance volontairement sa décharge. Je poursuis ces recherches et je ferai connaître prochainement à l'Académie l'influence qu'exercent sur la décharge les principaux agents physiques et divers poisons des nerfs et des muscles. Il me sera plus facile, alors, de montrer comment la théorie physique de l'électrogénèse animale que j'ai proposée explique tous les phénomènes antérieurement connus, et m'a conduit à en découvrir de nouveaux. »

M. Marey présente, à propos de la Note de M. *d'Arsonval*, les observations suivantes :

« La Communication de M. d'Arsonval m'a vivement intéressé. Non seulement je suis heureux d'y trouver la confirmation des résultats que j'ai obtenus autrefois dans mes expériences sur la décharge de la Torpille, mais notre Confrère a achevé de définir, au point de vue électrique, les caractères de cette décharge. Quant à la forme de chacun des flux électriques, et à la façon dont ils s'ajoutent entre eux pour porter la décharge à sa plus haute puissance, les tracés obtenus par M. d'Arsonval, beaucoup plus parfaits que les miens, montrent non seulement l'analogie des actes électriques avec les actes musculaires, mais l'identité des phases de ces deux phénomènes. On peut donc espérer que ces deux fonctions parallèles, la production d'énergie mécanique et celle d'énergie électrique s'éclaireront l'une par l'autre, et il est à souhaiter que M. d'Arsonval cherche les effets

que produisent, sur la décharge de la Torpille, certains poisons et certains agents physiques dont l'action sur les muscles a déjà été étudiée. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un gisement de phosphates d'alumine et de potasse, trouvé en Algérie, et sur la genèse de ces minéraux.* Note de M. **Ad. Carnot.**

« Les recherches faites en Algérie, dans le département d'Oran, ont amené la découverte d'un certain nombre de gisements de phosphates. La plupart sont des phosphates de chaux concrétionnés, souvent un peu alumineux, remplissant des fissures ou des grottes dans le terrain tertiaire supérieur et dont l'origine quaternaire est attestée par les fossiles qui y ont été rencontrés. Mais on a également reconnu, dans quelques gîtes oranais, la présence de phosphates alumineux, qu'il n'est pas sans intérêt de comparer à ceux qui ont été découverts par MM. Armand et Gaston Gautier dans la grotte de Minerve (Hérault).

» Notre éminent Confrère, M. Armand Gautier, a publié, l'année dernière, dans les *Annales des Mines* (¹), une description détaillée de la grotte et des divers minéraux phosphatés qu'on y a trouvés. Il a donné le nom de *Minervite* à un phosphate d'alumine hydraté, avec léger excès d'alumine, dont la composition serait représentée par la formule : $P^2O^5.Al^2O^3.7H^2O$.

» L'étude de ce gisement l'a conduit à énoncer une théorie, nouvelle sur certains points, de la genèse des phosphates minéraux et, en particulier, des phosphates d'alumine et de fer. Cette théorie est fondée sur la transformation du phosphore organique contenu dans les matières azotées, qui, sous l'influence de ferments oxydants, donneraient naissance à des phosphates ammoniacaux. Ceux-ci étant dissous et arrivant au contact de calcaire ou d'hydrate d'alumine, voire même d'argile ordinaire, se convertiraient en phosphates tricalcique et bicalcique ou en phosphates d'alumine, tandis que le carbonate d'ammoniaque naissant serait oxydé grâce aux ferments nitriques et transformé, au contact du calcaire, en nitrate de chaux, facilement entraîné par les eaux souterraines.

» Les faits observés dans le gisement oranais, dont je vais parler, ont une assez grande analogie avec ceux observés par M. Gautier et paraissent de nature à apporter une confirmation à sa théorie.

(¹) *Comptes rendus*, 1893; *Annales des Mines*, janvier 1894.

» M. Paul Pallary, professeur à Eckmühl-Oran, qui avait déjà reconnu plusieurs gisements de phosphorite dans la région voisine, ayant appris que M. Fabriès, d'Oran, exploitait des phosphates blancs, terreux, différents des phosphates ordinaires, visita le gîte à plusieurs reprises et voulut bien me donner des renseignements précis et m'envoyer des échantillons que j'ai soumis à l'analyse.

» Le gîte de phosphate se trouve dans le territoire de la commune de Misserghin, à $10^{km},4$ d'Oran, près de la Tour-Combes, sur le côté gauche de la route nationale d'Oran à Tlemcen. C'est une caverne à stalactites, dans laquelle on pénètre par une ouverture à fleur de terre, signalée par un figuier. Les parois de la caverne sont formées par un calcaire compact, faiblement cristallin, sans fossiles, que l'on rapporte à l'étage supérieur du miocène, nommé *le Sahélien*. Le fond de la caverne est formé par une stalagmite calcaire; il est recouvert par une couche, épaisse de 1^m à 3^m, de terre d'un brun rougeâtre, où l'on aperçoit des veines et des masses spongieuses, blanchâtres ou bariolées de jaune, de rouge ou de noir, qui sont l'objet de l'exploitation pour phosphates.

» L'étendue de la caverne, telle qu'elle est connue aujourd'hui, n'est pas considérable; mais on ignore si, par quelques ramifications, elle ne communique pas avec d'autres cavernes analogues.

» M. Pallary et M. Fabriès ont exploré cette caverne avec soin, sans y trouver aucun ossement de vertébré, mais seulement un silex taillé et quelques hélices d'ancienneté douteuse, qui pourraient avoir été entraînées par les pluies avec la terre rougeâtre, à une époque plus récente que les temps quaternaires.

» L'examen des échantillons de teintes diverses, envoyés par M. Pallary, m'a appris que la matière blanche est principalement formée de phosphate d'alumine avec de la silice en proportion variable et parfois un peu de phosphate de chaux; teintée en brun, elle renferme de l'oxyde de fer; d'autres fois, elle est colorée en noir par de l'oxyde de manganèse et un peu d'oxyde noir de cobalt.

» Les masses agglomérées sont rarement plus grosses que le poing; elles sont arrondies, légères, onctueuses au toucher, faciles à écraser entre les doigts, surtout quand elles sont encore humides; elles happent fortement à la langue, lorsqu'elles sont sèches. La matière pure et blanche est comme farineuse; le microscope n'y révèle aucune cristallisation.

» Calcinée, elle montre une teinte grisâtre, indiquant la présence d'un peu de *matière organique;* puis elle redevient blanche. Imprégnée d'azotate de cobalt et calcinée de nouveau, elle prend la belle teinte bleue caractéristique de l'*alumine*.

» Elle se dissout facilement, en majeure partie, dans les acides et dans le citrate d'ammoniaque.

» Elle se dissout également dans la potasse caustique, en formant une dissolution de couleur orange et laissant, à chaud, un résidu rougeâtre. Il se dégage en même temps de l'*ammoniaque*, sensible à l'odorat, au papier rouge de tournesol et aux vapeurs chlorhydriques.

» Par digestion dans l'eau pure, à froid et surtout à chaud, la poudre blanche laisse dissoudre une quantité notable *d'acide phosphorique*, qu'on met facilement en évidence au moyen du nitromolybdate d'ammoniaque.

» Enfin, on reconnaît aisément la présence de la *potasse* en traitant la matière par de l'acide chlorhydrique, évaporant et reprenant par 5^{cc} d'eau; dans la solution chlorurée, on verse un égal volume d'une solution alcoolique de chlorure de bismuth et autant d'une solution aqueuse d'hyposulfite de chaux, puis on mélange dans une petite fiole avec une centaine de centimètres cubes d'alcool à 95 pour 100 et l'on secoue vivement; on voit aussitôt se produire le précipité jaune caractéristique d'hyposulfite de bismuth et de potassium. On peut également, par ce moyen, faire directement le dosage volumétrique de la potasse ([1]).

» L'analyse d'un échantillon trié, bien blanc, a donné les résultats suivants :

Acide phosphorique		35,17
Alumine		18,18
Potasse		5,80
Ammoniaque		0,48
Chaux		0,31
Eau, avec un peu de matière organique	perte à 100°	13,40
	» de 100° à 180°	10,55
	» de 180° au rouge	4,35
Silice		11,60
Magnésie, fluor, chlore, acide sulfurique		traces
		99,84

» Si l'on prend le rapport de ces nombres aux poids moléculaires correspondants, on trouve : pour 1,00 d'acide phosphorique, 0,71 d'alumine, 0,31 de potasse, ammoniaque et chaux, enfin 6,00 d'eau environ (abstraction faite de la petite quantité que l'on doit supposer unie à la silice).

» D'autres échantillons ont présenté, à l'analyse, tantôt un peu d'oxyde de fer, tantôt du phosphate de chaux en quantité irrégulière, parfois une plus grande quantité d'ammoniaque (0,91 pour 100), quelquefois enfin de la silice en proportion dominante (jusqu'à 84 pour 100).

» Dans de telles conditions et en l'absence de toute cristallisation de cette matière blanche et friable, je crois devoir m'abstenir de proposer

([1]) A. Carnot, *Comptes rendus*, 1876-1878.

une formule générale pour exprimer sa composition moyenne. Je me bornerai à faire observer qu'elle ne rentre pas dans la formule de la minervite de M. Gautier; car la teneur en alumine y est beaucoup moindre, l'acide phosphorique s'y trouve en quantité plus grande, enfin la potasse, qui n'a pas été signalée dans la minervite et dont la présence était ici fort inattendue, semble former avec l'acide phosphorique et l'alumine un composé de nature spéciale.

» Si l'on attribue au phosphate d'alumine la composition d'un phosphate neutre ($P^2O^5.Al^2O^3$), comme il paraît naturel de le faire, les proportions restantes d'acide phosphorique et de protoxydes sont intermédiaires entre celles qui conviendraient à un phosphate monométallique et à un phosphate bimétallique.

» Or l'expérience suivante paraît confirmer cette observation : si l'on fait chauffer la matière phosphatée dans l'eau, on peut bientôt constater que celle-ci a dissous un phosphate, qui ne colore ni la solution jaune de méthylorange en rouge, comme les phosphates alcalins monométalliques, ni la phénolphtaléine en violet, comme les phosphates bimétalliques. Les deux réactifs colorants y subsistent sans aucun changement de couleur, de même qu'ils subsistent dans les mélanges de phosphates mono et bimétalliques.

» La genèse des minéraux trouvés dans la grotte de la Tour Combes paraît s'expliquer entièrement par des apports ou des infiltrations du dehors.

» La circulation des eaux dans la grotte a laissé sa trace dans les formes arrondies des parois et dans les stalactites du toit; le fond stalagmitiforme est recouvert de terres rougeâtres assez analogues d'aspect à celles qui couvrent le sol près de l'orifice de la caverne.

» Le calcaire des parois ne renferme pas de phosphate; les terres de l'extérieur ont donné à l'essai 0,16 à 0,17 pour 100 d'acide phosphorique; les terres de l'intérieur 2,70 pour 100 du même acide. Il semble donc bien y avoir eu, dans ces dernières, une concentration des substances phosphatées, sous l'influence des eaux venues du dehors.

» Une ségrégation nouvelle doit avoir donné naissance aux veines et aux nodules de phosphates alumineux disséminés au milieu des terres rouges. C'est aussi de l'extérieur que doivent avoir été apportés les oxydes de manganèse et de cobalt, qui recouvrent quelques-unes des petites masses phosphatées.

» On ne trouve pas dans la caverne de la Tour Combes, comme dans

beaucoup d'autres et dans celle de Minerve en particulier, de nombreux débris d'ossements de vertébrés, auxquels on puisse attribuer l'origine des phosphates; mais il a pu exister, à la surface du sol, des amas de matières organiques, animales ou végétales, sortes de guanos, dont le phosphore et l'azote, convertis par oxydation en phosphate d'ammoniaque, ont pu être entraînés par les eaux vers la dépression de la grotte ou les fissures qui la mettaient en communication avec la surface. L'azote a dû être, en majeure partie, converti en nitrates solubles qui ont disparu; mais il est cependant resté aussi un peu de matière organique et une certaine quantité d'ammoniaque, fixée à l'état de phosphate, ainsi que nous l'avons constaté plus haut.

» C'est aussi aux infiltrations du dehors qu'il faut attribuer les autres éléments reconnus dans les phosphates, notamment la potasse, la silice et l'alumine.

» Il n'y a aucune difficulté à expliquer la pénétration de la potasse sous forme de sels solubles et sa fixation sous forme de phosphate complexe. Pour la silice, on sait déjà, par de nombreux exemples, que, malgré son peu de solubilité, elle est souvent transportée d'un lieu à un autre par des phénomènes successifs de dissolution et de dépôt.

» On est en droit de supposer qu'il en est de même de l'alumine, soit en vertu d'un certain degré de solubilité dans les eaux naturelles, soit par suite d'une transformation en sels solubles, sous l'influence des nitrates par exemple et de l'acide carbonique.

» Quelle que soit l'explication, le fait en lui-même n'est pas douteux; nous en avons des preuves certaines, d'une part dans l'existence d'une petite quantité d'alumine dans les cendres des végétaux où elle n'a pu pénétrer que dissoute, d'autre part dans la fixation par métamorphisme d'une proportion parfois très importante d'alumine dans la substance des ossements fossiles. On me permettra de rappeler que j'ai trouvé jusqu'à 22 pour 100 d'alumine ou 53 pour 100 de phosphate neutre d'alumine dans les dents et l'ivoire convertis par fossilisation en turquoises occidentales ou odontolites [1].

» En résumé, tous les faits observés dans l'étude de la grotte de la Tour Combes et des produits qui en ont été extraits peuvent être expliqués par des infiltrations d'eaux, qui se seraient faites vers cette grotte et qui y auraient amené les produits de la décomposition des matières organiques et de la dissolution des matières minérales de la surface. »

---

(1) *Comptes rendus*, 30 avril 1894.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *van Beneden*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 35,

Sir William Flower obtient	. . . .	33 suffrages,
M. Lortet »	. . . .	2 »

Sir **William Flower**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Dana*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 32,

M. Sabatier obtient	. . . .	20 suffrages,
M. Lortet »	. . . .	12 »

M. **Sabatier**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Frankland*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 30,

M. Ramsay obtient	. . . .	29 suffrages,
M. Mendelejeff »	. . . .	1 »

M. **Ramsay**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Émile Rivière** adresse un Mémoire « Sur la grotte de La Mouthe (Dordogne) ».

(Commissaires : MM. Alph. Milne-Edwards et A. Gaudry.)

CORRESPONDANCE.

« En souvenir des relations si nombreuses d'Huygens avec les savants français au XVIIe siècle et de la part prépondérante qu'il a prise pendant 15 ans aux premiers travaux de l'Académie des Sciences, l'Association Hollandaise des Naturalistes avait invité l'Académie des Sciences à se faire représenter à la célébration du deux-centième anniversaire de la mort d'Huygens.

» M. **Darboux**, délégué de l'Académie, a reçu des Savants hollandais l'accueil le plus cordial; il dépose sur le bureau un exemplaire du Discours que M. J. Bosscha a prononcé à Amsterdam le 8 juillet, en l'honneur d'Huygens, en exprimant le vœu que ce document, dont la lecture a été très goûtée et qui présente le plus grand intérêt pour l'histoire des Sciences au XVIIe siècle, soit traduit en langue française. »

M. le **Ministre de la Guerre** transmet à l'Académie une série de Rapports sur les coups de foudre qui ont frappé des bâtiments du service de l'Artillerie depuis l'année 1883.

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie un exemplaire des publications récentes faites par le Service de l'Inspection générale de la Statistique minière en Espagne.

M. **F. Cohn**, M. **de Müller**, nommés Correspondants, adressent leurs remercîments à l'Académie.

HYDRODYNAMIQUE. — *Calcul des trajectoires fluides*. Note de M. **P.-E. Touche**, présentée par M. Marey.

« Nous avons établi ([1]) que, si l'on considère un fluide symétrique autour d'un axe et n'ayant pas de rotation autour de cet axe, le mouvement

([1]) *Bulletin de la Société mathématique de France*, 1895, t. XXIII, p. 111.

étant permanent, si l'on néglige les forces extérieures et si l'on suppose la densité constante, on a pour équation d'une trajectoire fluide

$$\frac{dx}{x} = d\alpha\left(\frac{ds_1}{ds} + \frac{ds}{ds'_1}\right),$$

x étant l'abscisse d'un point de la trajectoire rapportée à deux axes, dont celui des y est l'axe de symétrie et celui des x une perpendiculaire à l'axe de symétrie, $d\alpha$ étant l'angle de deux tangentes consécutives à la trajectoire, aux extrémités d'un arc de trajectoire ds ou mn dont la projection sur l'axe des x est dx, ds_1 et ds'_1 étant deux éléments d'une courbe orthogonale aux trajectoires, partant tous les deux du point n et, en général, de longueur différente; la longueur de ds ou nr étant telle que l'on ait en r la même pression qu'en m, et la longueur de ds'_1 ou nr' étant telle que la tangente en r' à la trajectoire qui passe par ce point soit parallèle à la tangente à la trajectoire qui passe par le point m.

» Nous pouvons déduire de l'équation d'une trajectoire celle de la courbe orthogonale aux trajectoires. Désignons par le signe prime les éléments de la seconde. Considérons un élément ds ou mn de courbe trajectoire, et, sur la courbe orthogonale aux trajectoires, un élément partant du point n, nr_1 égal à mn. Nous pouvons désigner par α l'angle fait par mn avec l'axe des x, car $d\alpha$ est la différentielle de cet angle; alors $90° - \alpha$ sera l'angle fait par nr_1 avec l'axe des x; appelons-le α'; dx a pour valeur $ds \cos\alpha$ ou $ds \sin\alpha'$ et dx' a pour valeur $ds \cos\alpha'$; par suite, dx a pour valeur $dx' \frac{\sin\alpha'}{\cos\alpha'}$, et comme x est égal à x', $\frac{dx}{x}$ pourra être remplacé par $\frac{\sin\alpha'}{\cos\alpha'}\frac{dx'}{x'}$. D'autre part, $d\alpha$ a pour valeur $-d\alpha'\frac{ds'_1}{ds}$, et l'équation de la courbe trajectoire nous donne, après substitution de ces valeurs,

$$\frac{dx'}{x'} = -\frac{\cos\alpha'}{\sin\alpha'}\, d\alpha'\left(1 + \frac{ds_1}{ds}\frac{ds'_1}{ds}\right),$$

qui est l'équation de la courbe orthogonale.

» Si l'on considère l'équation de la trajectoire, $\frac{ds_1}{ds'_1}$ est une fonction de α et de x, de sorte que l'on a

$$\frac{ds_1}{ds'_1} = f(\alpha, x).$$

» Le cas le plus simple à considérer est celui de $f(\alpha, x)$ égal à 1, c'est-à-dire le cas pour lequel ds_1 est constamment égal à ds'_1. Considérons ce

cas particulier. L'équation de la trajectoire est alors

$$\frac{dx}{x} = d\alpha\left(\frac{ds_1}{ds} + \frac{ds}{ds_1}\right)$$

et peut être mise sous la forme

$$\frac{ds\cos\alpha}{x} = d\alpha\left(\frac{ds_1}{ds} + \frac{ds}{ds_1}\right).$$

» Si R est le rayon de courbure de la trajectoire au point considéré, $d\alpha$ est égal à $\frac{ds}{R}$ et l'équation devient

$$\frac{R\cos\alpha}{x} = \frac{ds_1}{ds} + \frac{ds}{ds_1}.$$

» Alors $\frac{ds_1}{ds}$ et son inverse sont les racines d'une équation du second degré ayant $-\frac{R\cos\alpha}{x}$ pour coefficient de son second terme et l'unité pour dernier terme. Le rayon de courbure d'un élément de trajectoire détermine donc le rapport $\frac{ds_1}{ds}$; si donc nous partons de la trajectoire qui touche le corps immergé, nous aurons, pour chacun des points de cette courbe, la valeur de $\frac{ds_1}{ds}$; par suite, le premier élément de la courbe orthogonale aux trajectoires sera déterminé par l'équation de cette courbe, qui devient, dans le cas considéré,

$$\frac{dx'}{x'} = -\frac{\cos\alpha'}{\sin\alpha'}d\alpha'\left[1 + \left(\frac{ds_1}{ds}\right)^2\right],$$

et cela en chaque point de la courbe qui touche le corps immergé. La trajectoire immédiatement superposée à cette courbe sera donc déterminée et il en sera ainsi de suite pour toutes les trajectoires très voisines et superposées les unes aux autres.

» On pourra donc, par un calcul plus ou moins approché suivant le degré de rapprochement des courbes trajectoires considérées, déterminer ces courbes et les courbes orthogonales aux trajectoires.

» Remarquons que nous pouvons prendre une courbe quelconque comme génératrice de la surface qui limite le corps, et l'hypothèse de ds_1 constamment égal à ds'_1 nous donnera toujours une solution. Si nous prenons pour $\frac{ds_1}{ds'_1}$ une valeur quelconque de $f(\alpha, x)$, sans que cette fonction soit constamment égale à l'unité, nous aurons aussi une solution pour

chaque valeur choisie de la fonction. Ce qui différencie les diverses solutions qui se présentent en nombre infini pour une même génératrice de la surface limite du corps immergé, ne peut dépendre que de la nature des mouvements du fluide ambiant, à une distance suffisamment considérable du corps immergé et dans les limites de symétrie que nous avons considérées. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une comparaison entre les moteurs électriques à courant continu et les moteurs à courants polyphasés*. Note de M. **Duez**, présentée par M. Poincaré.

« L'analogie entre les moteurs à courant continu et les moteurs à courants polyphasés se poursuit jusque dans les formules ; on sait, en effet, que l'expression du couple moteur est égale à $W = N_2 I_2 \Phi$ dans les deux cas, tandis qu'on peut écrire pour les moteurs à courants polyphasés

$$N_2 \omega_1 \Phi = I_2 R_2 + N_2 \omega_2 \Phi.$$

» Tout se passe donc comme si l'on avait à faire à un moteur à courant continu, dont la différence de potentiel aux bornes serait $\omega_1 \Phi N_2$, et dont la force contre-électromotrice serait égale à $N_2 \omega_2 \Phi$; cette dernière forme est absolument analogue à celle employée pour les courants continus.

» Quoique ces formules aient été déjà démontrées, nous croyons intéressant d'en donner ici une démonstration très simple.

» Nous désignerons par Φ_1 le champ tournant primaire, par Φ_2 le champ tournant secondaire, et par Φ le champ tournant résultant, α étant l'angle de Φ avec Φ_1. Dans le cas d'un moteur biphasé, par exemple, le flux qui entre dans l'un des cadres mobiles est $\Phi \sin(\alpha + \omega t)$, il en résulte que la force électromotrice dans ce cadre est égale à $\omega \Phi \cos(\alpha + \omega t)$; dans l'autre cadre, la force électromotrice aura évidemment pour expression

$$\omega \Phi \sin(\alpha + \omega t).$$

» L'intensité du courant est donc à un moment donné

$$i_2 = \frac{\omega \Phi \cos(\alpha + \omega t)}{R_2} \quad \text{pour le premier cadre}$$

et

$$i_2 = \frac{\omega \Phi \sin(\alpha + \omega t)}{R_2} \quad \text{pour le deuxième cadre.}$$

» Remarquons que, dans cette méthode, la force électromotrice $e = \omega\Phi\cos(\alpha + \omega t)$ désigne la force électromotrice efficace sans décalage de phase avec i_2.

» Si donc nous exprimons que la puissance

$$ei_2 = W\omega,$$

nous aurons

$$W = \frac{\omega\Phi^2\cos^2(\alpha + \omega t)}{R_2} \quad \text{pour le premier cadre,}$$

$$W = \frac{\omega\Phi^2\sin^2(\alpha + \omega t)}{R_2} \quad \text{pour le deuxième cadre.}$$

» La valeur du couple résultant est donc bien

$$W = \frac{\omega\Phi^2}{R_2} = I_2\Phi,$$

puisque $I_2 = \frac{\omega\Phi}{R_2}$, ainsi qu'il résulte de la valeur de i_2.

» *Transmission de force.* — Dans une transmission de force il est intéressant de remarquer que le moteur polyphasé se comporte à la fois comme un moteur à courant continu et comme un transformateur.

» En effet, si nous considérons la génératrice théorique comme formée de deux cadres rectangulaires qu'on déplace dans un champ fixe Φ', le couple nécessaire pour faire tourner la génératrice sera $I_1\Phi'$.

» On aura donc

$$I_1\Phi'\omega_1 = I_1^2 R_1 + \Phi\omega_1 I_2$$

ou

$$\Phi'\omega_1 = I_1 R_1 + \Phi\omega_1\frac{I_1}{I_2}.$$

» Tout se passe comme si la génératrice était à courant continu avec une différence de potentiel $\Phi\omega_1\frac{I_1}{I_2}$ aux extrémités de la ligne; cette différence donnant par transformation une différence de potentiel $\Phi_1\omega$ aux extrémités du moteur.

» Il est intéressant de chercher ici dans quel cas cette transformation est un avantage sur les courants continus; il faut alors chercher dans quel cas, pour une même perte en ligne et une même dépense de cuivre dans le moteur, le couple moteur est plus fort dans les courants polyphasés que dans les courants continus.

» Dans les courants polyphasés

$$W = N_2 I_2\Phi.$$

Or comme $\Phi = \sqrt{N_1^2 I_1^2 - N_2^2 I_2^2}$, on a

$$W = N_2 I_2 \sqrt{N_1^2 I_1^2 - N_2^2 I_2^2};$$

pour une même valeur de I_1 le couple passe par un maximum pour

$$N_2^2 I_2^2 = N_1^2 I_1^2$$

et cette valeur maximum est $W = \frac{N_1^2 I_1^2}{2}$.

» Dans le moteur à courant continu le couple est sensiblement égal à $N_1 N_2 I_1^2$, le rapport des deux couples sera donc $\frac{N_1}{2 N_2}$.

» Pour un même nombre de spires employées dans les deux moteurs, le premier moteur l'emportera donc sur le second au point de vue du couple, quand le rapport $\frac{N_1}{2 N_2}$ sera très grand.

» *Remarque.* — La formule

$$\Phi' \omega_1 I_1 = I_1^2 R_1 + \Phi I_2 \omega_1$$

ou

$$\Phi' I_1 = \frac{I_1^2 R_1}{\omega_1} + \Phi I_2$$

nous montre que si la perte en ligne est très petite par rapport au nombre de tours de la génératrice, le couple destiné à actionner la génératrice est sensiblement égal au couple produit par le moteur. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre d'absorption de l'air liquide.* Note de MM. **Liveing** et **Dewar**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans une récente conversation sur le spectre d'absorption de l'oxygène liquide, M. Cornu nous suggéra qu'il serait intéressant de rechercher si les bandes diffuses d'absorption se développent aussi bien quand la densité de l'oxygène est produite par abaissement de température, sous la pression atmosphérique, que quand le gaz est comprimé à des températures plus élevées.

» M. Janssen a trouvé que l'intensité de ces bandes croît comme le carré de la densité de l'oxygène et a confirmé récemment ce résultat par des observations du spectre solaire dans le désert du Sahara (*Comptes rendus,* 17 juin 1895). Cette loi, ainsi que nous l'avons déjà signalé

(*Proc. Roy. Soc.*, vol. XLVI, p. 228), semble indiquer que ces bandes particulières sont dues, soit à des molécules complexes produites par condensation, soit aux rencontres des molécules de masse ordinaire, rencontres qui sont plus fréquentes quand leur route libre (*free path*) est diminuée.

» Pour répondre à la question de M. Cornu, nous avons obtenu de l'air liquide directement de l'atmosphère, par le froid dû à l'évaporation rapide de l'oxygène liquide sous l'action d'une basse pression. La méthode et l'appareil ont déjà été décrits par M. le professeur Dewar (*Proc. Roy. Institution,* t. XX; janvier 1893).

» L'absorption due à l'air liquide, sous une épaisseur de $1^{cm},9$, était alors directement comparée à celle de l'oxygène liquide, pris sous une épaisseur de $0^{cm},4$. La lumière qui avait traversé ce dernier était, au moyen d'un prisme à réflexion, introduite dans le champ de vision du spectroscope en même temps que celle qui avait traversé l'air liquide. La position des lampes était alors réglée de manière que l'éclat des régions spectrales dépourvues de bandes d'absorption fût le même dans les deux spectres. Dans ces conditions, on constata que l'intensité des bandes d'absorption était beaucoup plus développée par $0^{cm},4$ d'oxygène liquide que par une épaisseur cinq fois plus grande d'air liquide.

» Les vases contenant les liquides étant ouverts, l'air liquide s'évapora graduellement; et comme le point d'ébullition de l'azote est inférieur à celui de l'oxygène, l'azote s'évapora plus rapidement et le liquide résiduel contint une proportion de plus en plus grande d'oxygène. Aussi les bandes d'absorption devinrent-elles de plus en plus intenses, jusqu'à surpasser en intensité celle de l'épaisseur plus faible d'oxygène.

» Une autre portion d'air liquéfié comme précédemment fut mêlée rapidement avec un égal volume d'oxygène liquide, et l'absorption de ce mélange fut comparée comme ci-dessus à celle de l'oxygène liquide. On reconnut que l'absorption de $2^{cm},4$ du mélange était beaucoup plus grande que celle de $0^{cm},4$ d'oxygène liquide. La densité de l'oxygène dans ce mélange était, en effet, trois fois plus grande que celle de l'oxygène dans l'air pur liquéfié et, suivant la loi de Janssen, l'absorption aurait dû devenir neuf fois plus grande. Nos observations s'accordent donc avec ce résultat.

» Ces observations s'accordent aussi avec la théorie de la continuité entre les états liquide et gazeux. On doit se rappeler que l'air bout à une température plus basse que l'oxygène, de telle sorte que les deux liquides à comparer n'étaient pas, à environ dix degrés près, à la même température.

Si les bandes diffuses d'absorption de l'oxygène sont produites par les molécules pendant leurs rencontres mutuelles dans les états gazeux et liquide, il est bien permis de supposer qu'elles seraient profondément modifiées si l'oxygène prenait l'état solide. Jusqu'ici l'oxygène à l'état de pureté, n'a pas été solidifié; mais l'air liquide est aisément amené à l'état solide par rapide évaporation sous basse pression (DEWAR, *Proc. Roy. Inst.;* 19 janvier 1894). Que le solide ainsi obtenu soit homogène, ou forme seulement un magma d'azote solide mêlé d'oxygène liquide, cela peut être discuté; mais, en tout cas, il est hors de doute que l'oxygène s'y trouve à la plus basse température qu'on puisse atteindre. En conséquence, nous avons cherché si l'on peut apercevoir une différence entre les absorptions de l'air solide et liquide; il n'y avait pas de différence dans le caractère des absorptions et très peu dans leurs intensités.

» Pour approfondir l'effet de la température, nous avons comparé l'absorption d'une épaisseur de 3^{cm} d'oxygène liquide, bouillant sous une pression d'environ 1^{cm}, à celle d'une égale épaisseur du même liquide à la pression atmosphérique. Avec le liquide le plus froid, les bandes dans l'orangé et le jaune étaient sensiblement éloignées, élargies spécialement du côté le plus réfrangible : la faible bande dans le vert était nettement plus sombre, et la bande dans le bleu parut aussi un peu plus forte. La différence de température des deux liquides pouvait être d'environ 17°, ce qui ne semble pas une grosse différence : c'est pourtant environ le cinquième de la température absolue du liquide le plus chaud. »

SPECTROSCOPIE. — *Action des rayons infra-rouges sur le sulfure d'argent.* Note de M. **H. Rigollot**, présentée par M. L. Cailletet.

« On sait que le sulfure d'argent, sensible aux radiations lumineuses et obscures, peut être employé comme actinomètre électrochimique [1]. J'ai étudié sur ce composé l'action des rayons infra-rouges, et recherché si la sensibilité du sulfure d'argent aux radiations était une action thermoélectrique ou tenait à toute autre cause.

» Deux lames d'argent sulfuré, plongeant dans une solution saline étendue, formaient un actinomètre électrochimique. Les lames sulfurées

---

[1] MERCADIER et CHAPERON, *Journal de Physique*, p. 237; 1890. — *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1595.

ont été préparées en électrolysant une solution de sulfure de sodium par un faible courant pendant deux minutes; elles avaient environ 2^{mm} de large sur 40^{mm} de longueur; elles étaient paraffinées sur les faces en regard; une seule était exposée aux radiations étudiées. L'actinomètre, relié soit à un galvanomètre Thomson de $25\,000^{\omega}$ de résistance, soit à un électromètre Lippmann, était successivement exposé aux diverses radiations d'un spectre prismatique, d'une longueur de 55^{mm} des raies D à G.

» Dans ces conditions, la sensibilité du sulfure d'argent pour les radiations infra-rouges est constatée à une grande distance des dernières radiations visibles : le galvanomètre donne encore des indications pour la longueur d'onde $1^{\mu},32$ et l'on trouve dans le spectre solaire les deux minima à $0^{\mu},96$ et $1^{\mu},16$ et le grand maximum vers $1^{\mu},04$ signalés par Langley. La force électromotrice développée par la partie la plus active du spectre infra-rouge, la fente au porte-lumière n'ayant que $1^{mm},4$ de largeur, est de 3 à 4 millièmes de volt. Dans le spectre visible, la sensibilité décroît très rapidement de la raie A à la raie F, pour devenir ensuite négligeable. La lame éclairée est toujours négative par rapport à l'autre, quelle que soit la solution employée.

» Dans une autre série d'expériences, afin de comparer les effets thermoélectriques aux effets lumineux, on a employé des lames de plus grande largeur, 6^{mm} environ; chacune des deux lames plongeait dans une branche d'un tube en verre recourbé, contenant une solution très étendue d'azotate d'argent ou de chlorure de sodium; l'une des branches du tube étant entourée d'un manchon en verre, on pouvait, en remplissant d'eau chaude l'espace annulaire, établir entre les deux lames une différence de température connue par des thermomètres plongeant dans chaque branche du tube; d'autre part, dans le tube même, la lame destinée à être chauffée pouvait être éclairée au moyen d'un bec Bengel, d'intensité lumineuse correspondant à celle d'une lampe Carcel type placée à $0^{m},20$; la lumière ne tombait sur la lame qu'un temps très court, l'effet produit étant instantané. Les forces électromotrices développées, soit par la différence de température, soit par la lumière, ont été mesurées comme précédemment.

» On constate que la lumière produit instantanément une force électromotrice négative d'environ 2 millièmes de volt, et qu'en chauffant il faut établir entre les deux lames une différence de température de 6° à 7° pour développer la même force électromotrice négative dans l'azotate d'argent, positive dans le chlorure de sodium.

» En prenant comme liquide des solutions étendues de $NaBr$, NaI,

KBr, KI, K^2SO^4, $MgSO^4$, $AgSO^4$, $C^2H^3AgO^2$, on constate que la lame éclairée est toujours négative par rapport à l'autre, tandis que la lame chauffée est négative seulement dans les solutions de sels d'argent et positive dans les solutions des autres sels essayés.

» Les deux séries d'expériences ne sont assurément pas identiques, mais je crois qu'elles ont suffisamment de points communs pour que, étant donnée la différence de température nécessaire pour développer une force électromotrice de $0^v,002$, il soit difficile d'admettre que l'action des rayons infra-rouges ne soit qu'une action calorifique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la recherche et la présence de la laccase dans les végétaux*. Note de M. **G. Bertrand**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« J'ai montré que la laccase, extraite du latex de l'arbre à laque, se rapproche des ferments diastasiques par l'ensemble de ses propriétés, mais qu'au lieu de produire des hydrolyses, elle provoque des oxydations directes [1]. C'est ainsi que, sous son influence, des corps artificiels, comme l'hydroquinone et le pyrogallol, ou naturels, comme le laccol, l'acide gallique et le tannin, absorbent l'oxygène de l'air et dégagent du gaz carbonique.

» Ces réactions sont d'autant plus importantes que la laccase se rencontre, ainsi que je l'ai déjà annoncé, non seulement dans le latex de l'arbre à laque, mais encore dans un grand nombre de plantes. Dès le début, je l'avais recherchée dans certains organes, tels que les fruits du Marronnier ou la racine de Betterave, dont la cassure prend à l'air une coloration brune ou noire, mais depuis je n'ai pas tardé à reconnaître que la laccase est si répandue, qu'elle existe vraisemblablement chez tous les végétaux.

» J'ai utilisé, pour la mettre en évidence, l'action qu'elle exerce sur le laccol, sur l'hydroquinone et surtout sur le pyrogallol en solution au centième. En outre, je me suis servi d'une autre réaction que je n'avais pas encore signalée et qui est extrêmement sensible : c'est la coloration bleue prise par la résine de gayac, en s'oxydant sous l'influence combinée de l'air et de la laccase. Il suffit de verser quelques gouttes d'une solution

(1) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 266.

alcoolique de résine de gayac dans un liquide, même très pauvre en laccase, pour que l'émulsion blanche obtenue se colore très rapidement en bleu. Si la laccase est abondante, on observe même une oxydation plus profonde : l'émulsion devient d'abord d'un beau bleu, puis elle passe lentement au vert et finalement au jaune pâle ([1]).

» Cette réaction est aussi très commode, et l'on peut souvent reconnaître qu'un organe végétal renferme de la laccase en le coupant et en imbibant la section fraîche avec de la teinture de gayac : la section se colore presque aussitôt en bleu. Il en est ainsi avec un grand nombre d'organes parenchymateux et incolores, parmi lesquels on peut citer, comme exemples, les tubercules du Dahlia et de la Pomme de terre, le rhizome du Balisier, les racines de la Betterave et du Navet, la tige de l'Asperge, les pétales du Gardenia, les Pommes, les Poires, les Coings, etc.

» Ce n'est pas simplement en me basant sur les propriétés du suc cellulaire des plantes, avant et après chauffage, que j'ai conclu à la présence de la laccase dans ce suc. Le plus souvent, j'ai isolé la laccase. Il m'a suffi pour cela d'employer la méthode que j'ai déjà décrite au sujet du latex, mais en la modifiant un peu, suivant les cas.

» Avec les racines et les fruits parenchymateux, les rhizomes, les tubercules, le suc cellulaire était précipité par l'alcool aussitôt après son extraction. Quand, au contraire, il s'agissait d'organes verts, le suc était saturé de chloroforme et abandonné vingt-quatre heures à lui-même; il se coagulait alors spontanément et c'est seulement le liquide filtré qu'on précipitait par l'alcool.

» Dans tous les cas, le précipité alcoolique était séparé de son eau mère et repris par l'eau distillée. Après quelques heures de contact, on jetait la bouillie claire sur un filtre et la solution limpide était reçue dans 5 fois son volume d'alcool. C'est dans le nouveau précipité, recueilli et desséché dans le vide, que j'ai recherché et établi la présence de la laccase.

» Un grand nombre d'expériences m'ont appris que ce sont, en général, les organes en voie de développement rapide qui sont les seuls riches en laccase. Si l'on compare entre eux des organes d'âges différents, on trouve toujours que ce sont les plus anciens qui donnent les produits les moins actifs. Il arrive ainsi que certains organes végétaux qui, au début de leur croissance, donnaient un produit agissant avec une grande netteté sur le pyrogallol et l'hydroquinone, ne fournissent plus, par la suite, qu'un pro-

---

([1]) Il ne faut pas confondre cette réaction avec celle qui a été indiquée par Schœnbein et qui consiste dans la coloration bleue de la teinture de gayac par un mélange d'eau oxygénée et de diastase ordinaire (*Journ. f. prakt. Chemie*, t. CV, p. 219; 1868).

duit pauvre, colorant à peine la résine de gayac. Si même, on les emploie lorsqu'ils sont encore plus âgés, il devient impossible d'en extraire la laccase et leur suc cellulaire seul manifeste des propriétés oxydantes.

» Voici la liste des plantes ou parties de plantes d'où j'ai pu extraire la laccase.

» Betterave, Carotte, Navet (racines). — Dahlia (racines tuberculeuses). — Pomme de terre (tubercules). — Asperge (tige jeune ou turion). — Balisier (rhizome). — Luzerne, Trèfle, Ray-grass (plantes entières : tiges et feuilles). — Topinambour, Betterave (feuilles). — Pommier, Poirier, Cognassier, Marronnier (fruits). — Gardenia (fleurs : pétales). — Arbre à laque (latex) [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence de Linaloë.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons soumis à un examen chimique très complet une quantité importante (plusieurs kilogrammes) d'essence de Linaloë [2].

» L'examen préalable auquel nous nous sommes livrés nous ayant démontré l'existence de portions très volatiles, qui se seraient perdues dans la trompe pendant la distillation sous de très basses pressions, nous avons séparé ces fractions en soumettant l'essence brute à une distillation préalable sous une pression variant entre 100mm et 50mm. La distillation est interrompue quand le thermomètre arrive à 100°-110°. Nous reviendrons tout à l'heure sur ces portions inférieures, peu abondantes, et dont l'examen nous a fourni des résultats intéressants.

» L'essence, débarrassée de ces produits volatils est ensuite traitée par un vingtième de son poids de potasse dissoute dans l'alcool à la température du bain-marie, afin de saponifier les éthers, peu abondants d'ailleurs, qui s'y rencontrent. Les acides résultant de cette saponification sont presque exclusivement formés d'acide acétique, mêlé à des traces d'acides butyrique et valérique.

» La partie huileuse, soigneusement lavée à l'eau et à l'acide acétique étendu, est ensuite soumise à la distillation fractionnée sous une pression de 10mm à l'aide d'un appareil à colonne.

» Au bout de trois distillations, le produit se scinde très nettement en les fractions suivantes (nous faisons abstraction de portions intermédiaires négligeables) :

60- 75	sous 10mm	environ	3	pour 100	
87- 88	»	»	85	»	(Linalol)
110-115	»	»	3	»	
130-140	»	»	5	»	

[1] Travail du Laboratoire de Chimie du Muséum.

[2] Cette essence, de provenance authentique (Mexique), nous a été livrée par la maison J. Gras et Cie, de Cannes.

» Il ne reste dans le ballon qu'une très faible quantité de goudrons.

» 1° La portion principale est constituée par du licaréol gauche (linalol) $C^{10}H^{18}O$ dont les propriétés ont été décrites dans de nombreuses publications.

» 2° La fraction (110-115) est isomère du licaréol et identique au licarhodol obtenu par isomérisation du licaréol par l'anhydride acétique à 140-150°.

» 3° La portion (130-140) est formée essentiellement par un hydrocarbure; on se débarrasse des produits oxygénés qui le souillent par une distillation dans le vide sur le sodium. On obtient alors un liquide bouillant à 135-136° sous 10^{mm}, ayant une odeur faible assez agréable, possédant la composition d'un sesquiterpène.

	Trouvé.		Calculé pour $C^{15}H^{24}$.
C	87,93	C	88,23
H	12,34	H	11,77

» Le poids moléculaire, observé à l'aide de la cryoscopie, a été trouvé égal à 196, $C^{15}H^{24}$ exigeant 204. Nous nous sommes assurés que ce sesquiterpène fixe quatre atomes de brome. La teneur de ce produit semble être assez variable dans l'essence de Linaloé; un autre échantillon de provenance également authentique en a fourni très peu.

» 4° La portion 60-75° est ajoutée aux portions les plus volatiles dont nous avons parlé plus haut; le mélange est traité en solution alcoolique par le sulfate d'hydrazine et la soude pour transformer en hydrazones les produits aldéhydiques ou acétoniques. Le produit de la réaction, soumis à la distillation fractionnée, se scinde en trois fractions, bouillant respectivement sous 10^{mm} à (60-70), (85-90) et aux environs de 160°.

» La première fraction, peu importante, est formée par un mélange d'hydrocarbures qu'on purifie par distillation sur le sodium et rectification à la colonne. Elle est formée du mélange d'un terpène diatomique et d'un terpène tétratomique qui ont été faciles à caractériser.

» La seconde fraction, qui forme la presque totalité, est formée de linalol dont le point d'ébullition a été abaissé par les fractions plus volatiles.

» Quant à la portion supérieure, elle est constituée par l'hydrazone d'une acétone non saturée $C^8H^{14}O$. Cette hydrazone, traitée par l'acide sulfurique étendu et bouillant, se dédouble en sulfate d'hydrazine et cette acétone. L'huile qu'on obtient se sépare après rectification en deux portions, l'une bouillant à 140°-145°, la seconde à 167°-172°. Cette dernière possédait l'odeur fraîche des méthylhepténones; soumise à l'analyse, elle a fourni des chiffres trop forts en carbone pour $C^8H^{14}O$. Ce fait ne peut s'expliquer que par la présence d'un hydrocarbure à l'état de mélange, le point d'ébullition écartant l'idée d'un corps à poids moléculaire plus élevé. Ce qui a montré la vérité de cette explication, c'est que la portion inférieure est formée, pour la plus grande part, d'un hydrocarbure dont

la rectification n'avait pu débarrasser complètement la portion supérieure. Nous nous sommes aperçus que cet hydrocarbure était le dihydrométaxylène qui provient de la déshydratation par l'acide sulfurique de l'acétone $C^8H^{14}O$ au moment de sa régénération

$$C^8H^{14}O = H^2O + C^8H^{12}.$$

» Nous l'avons démontré en traitant par le chlorure de zinc fondu la portion (140-145), mélange d'hydrocarbure et d'acétone. La réaction est très vive; il distille un mélange d'eau et d'hydrocarbure qui, après dessiccation et rectification sur le sodium, bout à 134° et constitue, en effet, un dihydroxylène.

	Trouvé.		Calculé pour C^8H^{12}.
C	88,86	C	88,89
H	10,97	H	11,11

» Ce dihydroxylène, traité par le mélange sulfonitrique à chaud, se transforme quantitativement en trinitrométaxylène fondant à 180°. L'hydrocarbure primitif était donc bien un dihydrométaxylène.

» Il en résulte que l'acétone $C^8H^{14}O$ qui se trouve toute formée dans l'essence de Linalöé ($\frac{1}{1000}$ à peine) est identique à la méthylepténone que Wallach a obtenue par décomposition de l'anhydride cinéolique; cette acétone n'avait pas jusqu'ici été rencontrée dans la nature.

» Cela est d'autant plus curieux que nous avons trouvé dans l'essence de Lemon grass une acétone isomérique avec celle-ci, présentant des propriétés physiques presque identiques, mais qui s'en distinguent absolument par l'action du chlorure de zinc, qui la transforme simplement en goudrons. Dans l'autre cas, la formation du dihydrométaxylène est presque quantitative.

» *En résumé*, l'essence de Linalöé contient :

Terpène diatomique	$\frac{1}{1000}$	environ.
Terpène tétratomique	$\frac{1}{0001}$	»
Méthylhepténone	$\frac{1}{1000}$	»
Licaréol	$\frac{90}{100}$	»
Licarhodol	$\frac{2}{100}$	»
Sesquiterpène	$\frac{3}{100}$	»

» Une faible partie du licaréol existe dans le mélange à l'état d'éther acétique, une trace à l'état d'éther d'acides supérieurs. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la pénétration, dans le sang de l'homme, des embryons de l'anguillule stercorale; rapports de la présence de ces embryons dans le sang avec certaines fièvres des pays chauds.* Note de M. **P. Teissier**, présentée par M. Potain.

« Chez un homme devenu profondément anémique à la suite d'un séjour prolongé à la Guyane, et qui était atteint à la fois de diarrhée et de fièvres intermittentes, à accès irréguliers et surtout vespéraux, j'ai pu constater dans le sang la présence de nombreux embryons de vers nématodes, et dans les matières fécales une quantité considérable d'anguillules stercorales à tous les degrés de développement.

» Les anguillules des garde-robes présentaient tous les caractères assignés par Normand et Bavay à l'anguillule stercorale. Il y en avait de mâles et de femelles; celles-ci, les plus volumineuses, mesuraient (microm. ocul. 2 de Verick, obj. 3) $1^{mm},29$ de longueur sur 60^{μ} à 84^{μ} de largeur; l'utérus, vide parfois, renfermait le plus souvent un certain nombre d'œufs, de 15 à 30, à des degrés différents de maturité, depuis le stade primitif, avec protoplasma granuleux non segmenté, jusqu'à la formation de cellules embryonales, jusqu'au développement complet de l'embryon. J'ai pu, à nombreuses reprises, constater l'éclosion de cet embryon dans l'utérus, assister à son issue par l'ouverture vulvaire. Ces œufs, comme j'ai pu le remarquer et comme l'attestait leur présence en très grand nombre dans les matières fécales, étaient expulsés aussi avant maturité ou en état de maturité complète; l'éclosion, dans ce dernier cas, pouvait se faire dans les matières fécales.

» Les embryons issus de l'œuf avaient une longueur de 200^{μ} à 240^{μ}, une largeur de 12^{μ} à 18^{μ}. Ils étaient cylindriques, amincis aux deux extrémités, surtout à l'extrémité caudale. Sans structure apparente, ils étaient exclusivement formés d'une paroi renfermant une masse granuleuse jaune-brun, disséminée dans la partie moyenne et s'arrêtant à une certaine distance de la tête et de la queue. Sur l'embryon plus développé, à structure différenciée, j'ai pu parfois observer la présence d'une gaine claire, dans laquelle le corps de l'animal pouvait se mouvoir dans le sens de la longueur. Les formes adultes et embryonnaires, ces dernières surtout, étaient animées de mouvements très rapides de reptation.

» Les nématodes embryonnaires contenus dans le sang présentaient

des caractères absolument identiques à ceux des embryons d'anguillule trouvés dans les matières fécales et dont j'avais pu constater l'issue en dehors de l'utérus ou de l'œuf : l'aspect, la forme, les dimensions, les mouvements étaient absolument comparables. Il était donc légitime d'admettre que les embryons observés dans le sang provenaient de l'anguillule stercorale, et avaient pénétré dans le système circulatoire après avoir pris naissance dans l'intestin. Cela est d'autant plus présumable que, durant le séjour du malade à l'hôpital, ces hématozoaires ont fini par disparaître entièrement du sang, en même temps que les anguillules stercorales perdaient beaucoup de leur vitalité et étaient expulsées en grand nombre à l'état de cadavres.

» J'ajoute que la fièvre a cessé à la suite d'un traitement qui a modifié la vitalité des anguillules stercorales, et que la disparition des embryons du sang a coïncidé avec la disparition même de la fièvre. Il est donc vraisemblable que la fièvre a été déterminée par la présence, dans le sang, des embryons provenant de l'anguillule stercorale. C'est là un fait qui peut avoir une certaine importance au point de vue de la pathogénie et de la prophylaxie de certaines fièvres des pays chauds. »

HISTOLOGIE. — *Sur une forme de passage entre le tissu cartilagineux et le tissu osseux*. Note de M. **Joannes Chatin**.

« On a souvent signalé la fréquence de plaques osseuses dans la sclérotique des Sauriens. Le Gecko (*Platydactylus fascicularis*, Daud.) qui fait l'objet de cette Communication n'en offrait aucune trace : sa sclérotique était simplement chondrifiée, mais le tissu cartilagineux y révélait des caractères tout spéciaux, jamais observés chez aucun reptile. Pour en trouver l'équivalent histologique, il faut s'adresser à des animaux tout différents, ainsi que je pourrai bientôt l'établir.

» Quelques mots suffisent pour résumer la technique à suivre dans l'étude du cartilage sclérotical : les coupes sont faites au microtome ou au rasoir, puis placées durant deux heures dans le picrocarminate d'ammoniaque (à $\frac{1}{100}$); elles sont ensuite placées dans de la glycérine.

» Ces préparations montrent les cellules cartilagineuses se détachant fortement colorées en rouge, sur la substance intercellulaire qui est à peine teintée en rose pâle.

» Les cellules sont rarement arrondies; le plus souvent elles présentent des contours irréguliers. Tantôt elles sont isolées, tantôt elles se groupent en *familles* de trois, quatre ou cinq cellules.

» Le noyau de la cellule est peu volumineux, avec une formation nucléenne bacillaire

ou réticulée; le protoplasma somatique est semé de granulations fort inégales en dimensions. De ce protoplasma émanent des prolongements, en nombre variable, s'étendant à une certaine distance du corps cellulaire, s'anastomosant souvent avec les prolongements nés de cellules plus ou moins éloignées.

» La substance intercellulaire se trouve ainsi parcourue par un vrai réseau protoplasmique, reliant entre elles les cellules et les groupes de cellules.

» Toutefois une différence s'observe, à cet égard, entre la partie moyenne de la sclérotique et ses deux extrémités. Dans la zone moyenne, les prolongements protoplasmiques sont très développés et fréquemment anastomosés. Vers les deux pôles de l'œil, ils sont plus courts et plus généralement indépendants.

» Cette forme ramifiée du tissu cartilagineux est très rare en histologie zoologique : on ne le rencontre guère que chez les Chimères et dans le cartilage crânien des Céphalopodes. Tels sont les types avec lesquels on peut homologuer la formation décrite ici. Elle en diffère par quelques particularités, surtout par ce fait qu'elle offre simultanément les deux variétés qui sont propres à tel ou tel type de la classe des Céphalopodes; la zone moyenne de la sclérotique présente les cellules à longs prolongements du Calmar; dans ses régions polaires, se montrent les cellules à courts prolongements du Poulpe.

» Au point de vue ontogénétique, je me borne à rapprocher cette localisation des deux types histiques de ce mode de développement du tissu sclérotical qui, surtout chez les Sauriens, se différencie d'abord dans la région moyenne de l'œil, puis secondairement vers ses pôles.

» Mais c'est surtout pour l'histologie comparée que cette observation présente un intérêt tout spécial et sur lequel je crois devoir insister. D'une part, elle montre avec quelle facilité les tissus dits de la substance conjonctive se suppléent fonctionnellement, se substituant les uns aux autres dans le même organe. D'autre part, elle révèle entre eux de nouveaux liens de parenté.

» Le cartilage à cellules ramifiées représente évidemment une forme de passage entre le cartilage normal et le tissu osseux. Peut-on en imaginer une démonstration plus éclatante que dans le cas actuel?

» La sclérotique, généralement ossifiée chez les Sauriens, se montre ici simplement chondrifiée; mais ce n'est ni le cartilage hyalin, ni le fibrocartilage qui la constituent. Sa chondrification s'est effectuée suivant un processus tout particulier, si bien qu'on pourrait l'assimiler assez justement à une ossification entravée dans sa marche évolutive. Il semble donc impossible de concevoir, soit sous le rapport de la suppléance fonctionnelle, soit sous le double rapport de la morphographie et de la structure

des éléments histiques, un état plus nettement intermédiaire entre les tissus osseux et cartilagineux. »

ZOOLOGIE. — *Sur la pêche pélagique en profondeur*. Note de MM. **L. Boutan** et **E.-P. Racovitza**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les grandes expéditions scientifiques qui ont eu lieu dans la seconde moitié du siècle ont prouvé que le fond de la mer est peuplé dans toute son étendue par un nombre considérable de formes animales. On sait également depuis longtemps que la surface de l'eau présente une faune spéciale de formes adaptées à la vie flottante qu'on désigne sous le nom de *Plankton*.

» On s'est demandé si l'énorme colonne d'eau qui existe depuis la surface jusqu'au fond est également peuplée dans toute son étendue. L'expédition du *Challenger* a fourni une réponse affirmative à cette question. Comme les recherches n'avaient pas été, sur ce point, conduites d'une façon suffisamment précise pour donner une certitude absolue, Agassiz (expédition du *Blake*), se basant sur ses résultats négatifs, a mis en doute l'opinion des naturalistes du *Challenger*. Pour lui il n'existe pas de pélagique profonde dans l'Océan. Chun (1888) a repris ces études dans la Méditerranée et a trouvé au large du golfe de Naples une riche faune pélagique jusqu'à 1400^m de profondeur.

» Cette découverte fut confirmée par l'expédition de Hensen dans l'Atlantique (expédition du *National*) à l'aide de prises malheureusement très peu nombreuses. Agassiz (1892) a contesté *a priori* les résultats de Hensen en se basant sur ce que les engins utilisés ne présentaient pas de garanties suffisantes. Quant aux résultats de Chun, il ne leur accorde qu'une importance très relative parce que les pêches ont été effectuées dans le voisinage de côtes et dans une eau à température élevée.

» Pour tenter de pareilles recherches, il fallait avoir à sa disposition un outillage très compliqué, que nous avons trouvé dans le laboratoire de M. de Lacaze-Duthiers (laboratoire Arago). Grâce au vapeur annexe à la station, nous pouvions nous transporter rapidement sur les grands fonds, soigneusement notés et relevés dans la Carte publiée récemment par le professeur Pruvot. C'est pendant le mois de mai 1895 qu'ont eu lieu ces essais préliminaires. Pendant la courte durée de cette campagne, nous ne prétendons nullement avoir élucidé tous les points importants de la question étudiée, mais ces premières recherches nous ont fourni quelques résultats que nous allons résumer :

» Nous avons utilisé, dans ces recherches, le filet Chun que nous avons fait construire

sur une grande échelle par le mécanicien du laboratoire, sans introduire aucune modification importante. Un léger dispositif accessoire a seulement donné plus de solidité au filet et a empêché la rotation de l'appareil. Pour éviter toute cause d'erreur, parmi les nombreux coups de filets donnés, nous n'en examinerons que trois qui ont été seuls exécutés dans les conditions de précision rigoureuse, à une profondeur variant entre 400^m et 500^m. Voici la liste des animaux les plus abondants dans les trois pêches ci-dessus mentionnées, que nous désignerons sous les lettres A, B, C.

» *Radiolaires* peu nombreux ABC. — *Actiniaires : Arachnactis sp.?* A; *Hydroméduses* nombreuses ABC. — *Siphonophores* très nombreux : *Diphyes Sieboldii* Röll. ABC; *Physophora hydrostatica* Forsk., jeunes et adultes B; *Hippopodius luteus*, larves AB. — *Cténophores* rares, Beroë B; *Bolina hydatina?* jeune B. — *Echinodermes :* Pluteus, Auriculaires et larves de Synapte très rares C. — *Chaetognathes* : *Sagitta hexaptera* d'Orb. très abondante ABC; *Sagitta sp.?* C. — *Polychœtes : Tomopteris euchaeta* Chun. rare C; *Tomopteris elegans* Chun. abondante ABC; *Alciopa Cari* Hering. ABC; *Lopadorynchus brevis* Grube C; *Pelagobia longocirrata* Greef A. — Larves de : *Chrysopetalum* C; *Terebelles* ABC; *Polynoe* C. — *Spionidiens* AC; *Chaetopterus* C. — *Copépodes* abondants : *Eucalanus attenuatus* ABC; *Saphyrrines* C. — *Ostracodes* abondants ABC. — *Amphipodes* peu nombreux : *Phronima sedentaria* B; *Hyperia sp.?* BC.— *Schizopodes* très nombreux : *Euphausia pellucida* Dana ABC; *Nematoscelis megalops* G.-O. Sars AC; *Stylocheiron longicorne* G.-O. Sars ABC; *Nyctiphanes sp.?* C.— *Décapodes : Sergestes* (*Sergia*) *magnificus* Chun A; *Elaphocaris* A; *Acanthosoma* A; *Platysacus* A. — Larves de *Lucifer sp.?* A; — *Pteropodes : Limacina inflata* d'Orb. C; *Cleodora sp.?* C. — *Thaliacées* très abondants : *Salpa fusiformis* Cuv. chaîne et solitaires ABC; *Salpa mucronata* Forsk. chaîne et solitaire ABC.

» On peut constater une remarquable concordance avec la liste de Chun; on notera aussi que, sauf les Céphalopodes et les Appendiculaires que Chun avait trouvés en très grande abondance, presque tous les types caractéristiques sont représentés, avec quelques espèces en plus, non signalées par cet auteur; que le produit de la pêche en profondeur est complètement différent de celui de la pêche en surface à Banyuls; que beaucoup de formes pêchées en profondeur à Banyuls sont représentées à Villefranche dans la pélagique de surface.

» Chun conclut qu'il existe une riche faune pélagique profonde; nous confirmons cette opinion, en constatant même que l'optimum du Plankton aux environs de Banyuls se trouve en profondeur. Pour Chun les variations périodiques du jour, de la nuit et des saisons sont fonction de la température seule. Il est certain que le Plankton est plus abondant pendant la nuit et surtout l'hiver. Si l'influence de la température est évidente, nos observations tendent à prouver que ce n'est pas là le seul facteur qui intervient. A Villefranche, on trouve continuellement le Plankton de haute mer alors

qu'à Banyuls on ne trouve normalement que la pélagique côtière (larves variées).

» Or, les conditions de température sont sensiblement les mêmes dans ces deux régions. Si la pélagique monte pendant la nuit et descend au lever du Soleil, ce n'est pas seulement sous l'influence de la température, cela tient au calme plus ou moins grand de l'atmosphère et par conséquent de la surface de la mer. A Banyuls la côte est fréquemment battue par le vent, le Plankton proprement dit ne peut exister en surface; la rade de Villefranche est très abritée, le Plankton y est représenté; mais la variation diurne n'en subsiste pas moins. Dans cette dernière variation, l'action du vent n'est pas négligeable puisque la brise se lève avec le Soleil, non plus que celle des courants.

» Y a-t-il réellement des types spéciaux à la faune profonde? Chun l'assure : nous ne pouvons pas être aussi affirmatifs, car la plupart des formes qu'il donne comme caractéristiques des grands fonds et qu'il a pêchées jusqu'à 1400^{m}, nous les avons trouvées à 500^{m} au plus et, dans l'expédition du *National*, on a les recueillies près de la surface. Par contre il existe certainement des formes adaptées uniquement à la vie de surface.

» En résumé, il y a deux formes de Plankton : un Plankton côtier, composé surtout par les larves d'animaux de fond, et un Plankton de haute mer, formé surtout par des types spéciaux adaptés à la vie flottante. Pour ce dernier, moins les formes adaptées à la vie de surface, l'habitat normal est à une certaine profondeur dans la zone calme. Les variations horizontales que subit le Plankton sont dues aux courants, et les variations verticales diurnes et saisonnières sont dues à la température pour les variations à grande amplitude; à la température et au mouvement de l'eau pour les faibles oscillations. »

M. de Lacaze-Duthiers, à l'occasion de la Note de MM. *L. Boutan* et *E. Racovitza*, présente les observations suivantes :

« Le travail effectué l'année dernière par le professeur Pruvot, de Grenoble, dans mon laboratoire de Banyuls, et dans lequel les particularités zoologiques ainsi que les profondeurs diverses des environs de Banyuls-sur-Mer avaient été résumées à l'aide d'une Carte, avait pour conséquence logique l'étude spéciale des grands fonds relevés dans le voisinage du cap Creus. Ces études ont commencé pendant les mois de mai et de juin 1895. M. Boutan, maître de conférences, a utilisé le vapeur *Roland* pour des essais préliminaires dans cette direction.

» Les engins employés ont consisté dans une série de nasses de formes

variées, dans des lignes de fonds, des paquets de vieux filets disposés sous forme de fauberts et, enfin, dans un filet pélagique de grandes dimensions, à fermeture automatique.

» Le vapeur sortait régulièrement dès que le temps le permettait. Les engins étaient immergés dans des fonds de 700^m à 800^m et reliés à la surface par l'intermédiaire d'un câble solide qui venait s'attacher à une bouée flottante surmontée d'un grand drapeau, de manière à pouvoir être reconnue à distance. Cette première opération effectuée, le vapeur abandonnait la bouée et allait se réfugier dans une des nombreuses baies du cap Creus.

» Le lendemain ou les jours suivants, si le temps n'était pas favorable, on relevait les engins, on faisait fonctionner le filet pélagique et l'on rentrait avec les matériaux frais au laboratoire. Au retour, les animaux pélagiques étaient aussitôt triés et déterminés par M. Racovitza, qui a bien voulu se charger de cette tâche délicate.

» Les résultats de la pêche pélagique sont exposés dans la Note qui précède, mais il est bon de montrer ceux de la pêche en profondeur.

» Certaines prises ont été particulièrement fructueuses : pour ne citer que les gros animaux recueillis, nous dirons qu'il est arrivé de pêcher en une seule fois jusqu'à dix *Centrophorus granulosus*, ces Squales de grands fonds réputés rares, avec des Raies bouclées et des Congres à grosses lèvres d'une taille exceptionnelle pour la Méditerranée. Même en négligeant les autres animaux capturés, la présence de ces grands carnassiers suffit à établir que les grands fonds sont certainement très riches aux environs de Banyuls. Puisqu'ils fournissent la subsistance à des êtres aussi voraces, il est légitime de penser qu'il doit exister une faune variée, avec des représentants nombreux.

» Il est utile d'insister sur la position exceptionnellement favorable de la station. Tandis que, dans les grandes expéditions scientifiques, organisées à l'aide de navires munis d'engins spéciaux, on ne fait que passer rapidement sur les fonds, nous pouvons, à Banyuls, exploiter méthodiquement les grandes profondeurs qui se trouvent à notre portée et y disposer en permanence, au moins pendant une partie de l'année, des pièges de toute forme et de toute grandeur qu'on ira relever de loin en loin. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Les phénomènes de karyokinèse dans les Urédinées.* Note de MM. **G. Poirault** et **M. Raciborski**, présentée par M. L. Guignard.

« Les auteurs qui, dans ces derniers temps, se sont occupés des Urédinées ne nous ont donné que peu de renseignements sur la division des noyaux de ces champignons. Les phénomènes de karyokinèse présentent cependant, dans ces plantes, d'intéressantes particularités que nous allons faire connaître.

» Si l'on suit le mode de formation des téleutospores dans le *Puccinia Liliacearum* Duby, on voit que les jeunes filaments sporigènes se rassemblent d'abord en buissons serrés au voisinage de la surface de la feuille. L'article terminal de chacun de ces filaments ne renferme qu'un seul gros noyau, où la substance chromatique est distribuée en un réseau à mailles serrées. Ce noyau contient un volumineux nucléole plus ou moins vacuolaire. La première phase de la division est caractérisée par la disparition de la membrane nucléaire et par la bipartition du nucléole, dont nous allons pouvoir suivre les deux moitiés pendant une grande partie de la karyokinèse. Puis la substance chromatique se rassemble en deux chromosomes courts et épais, dont la forme générale rappelle, à un certain moment, celle d'un chapeau à claque, et qui deviennent, un peu plus tard, plus ou moins quadrangulaires. Ces masses chromatiques s'allongent et leur scission longitudinale, qui était déjà indiquée au stade précédent, devient maintenant très visible. Le noyau est donc alors réduit à quatre bâtonnets chromatiques amincis en leur milieu. C'est précisément au niveau du milieu de ces bâtonnets que l'on voit, à droite et à gauche, les deux nucléoles précédemment sortis du noyau et qui conservent cette position au voisinage du plan équatorial jusqu'à leur dissolution, qui se produit vers le temps où les noyaux filles sont revenus au stade du peloton ([1]). L'étirement des masses chromatiques entre les deux pôles continuant, les deux moitiés de ces masses ne sont bientôt plus rattachées l'une

(1) La karyokinèse des Urédinées nous prouve donc bien que les nucléoles n'ont rien de commun avec les centrosomes ; nous avons d'ailleurs constaté la présence de centrosomes en arrière des chromosomes au stade suivant.

à l'autre que par un mince filament qui finit par se rompre ; peu après, les deux moitiés de chaque chromosome se réunissant latéralement, on voit, à chacun des pôles, deux masses chromatiques piriformes, dont la pointe est tournée vers l'équateur. A ce stade, les filaments achromatiques sont assez nettement visibles. A chacun des pôles, les deux chromosomes qui constitueront les noyaux filles se fondent et ne tardent pas à émettre de petits prolongements. Entre les mailles du réseau chromatique ainsi constitué, les nucléoles apparaissent.

» Bientôt, entre ces deux noyaux, une cloison se montre séparant la jeune téleutospore du pédicelle; puis, la segmentation du noyau recommençant perpendiculairement à l'axe de la cellule piriforme ainsi formée, il se fait de nouveau une cloison isolant les deux cellules de la puccinie, qui, à la suite d'une bipartition oblique à l'axe de chaque loge de la téleutospore, se trouve constituée. La division du noyau, d'abord unique dans chacune des loges, se fait à peu près simultanément; elle est peut-être un peu plus tardive dans la cellule supérieure. Les noyaux ainsi constitués grossissent, puis, s'approchant l'un de l'autre, arrivent au contact sans cependant mêler leurs substances; puis, au fur et à mesure que les réserves s'accumulent dans la cellule, on voit leur réseau chromatique se resserrer, les vacuoles disparaître du nucléole et du noyau, de sorte que, dans la cellule même, ces noyaux ont l'aspect d'une masse chromatique presque compacte. D'ordinaire, ces deux noyaux sont si étroitement rapprochés qu'il est impossible de fixer leurs limites respectives, et la cellule semble n'avoir plus qu'un noyau unique.

» Les noyaux des spermaties sont un peu plus petits; on y voit de petits nucléoles. Les processus de la karyokinèse qui s'accomplissent vers le milieu de la baside sont absolument ceux que nous venons de décrire, à cette différence près que nous n'avons pas vu de nucléoles dans le plan équatorial. Ici aussi, il y a seulement deux chromosomes, et l'on retrouve ce même nombre dans les noyaux des cellules végétatives et dans les spores de la plupart des Urédinées examinées, spores dont les noyaux sont généralement très pauvres en chromatine; d'où il résulte que les chromosomes sont très petits. Les doubles colorations permettent très bien de distinguer les nucléoles de la substance chromatique; les premiers sont érythrophiles, la seconde cyanophile.

» Les processus de karyokinèse accompagnant la fonction des écidiospores sont absolument identiques à ceux que nous venons d'indiquer. Dans les basides de sores d'*Æcidium leucospermum* déjà assez avancées, on

trouve deux noyaux superposés qui se divisent simultanément parallèlement à l'axe de la baside. Là encore on peut voir qu'il n'y a que deux chromosomes. Les deux nucléoles issus du noyau mère viennent, comme précédemment, se placer dans le plan équatorial. La spore binucléée se sépare par une cloison de la baside également binucléée. Dans la 4e série, à partir de la baside, on peut voir la division simultanée des deux noyaux de l'écidiospore. Les deux fuseaux achromatiques sont disposés dans le sens de l'axe de la baside; puis il se fait une cloison détachant la cellule interécidiale stérile qui emporte les deux noyaux inférieurs issus de cette double division. Par conséquent, les deux noyaux de la cellule interécidiale ne sont pas frères, mais cousins.

» En résumé : 1° la karyokinèse des Urédinées est typiquement celle des plantes supérieures; 2° le nombre des chromosomes paraît être constamment de *deux*, fait qui n'a été rencontré que très exceptionnellement chez les cellules animales (*Ascaris megalocephala α univalens*) et jamais, jusqu'ici, chez les végétaux; 3° on n'observe aucune *division réductrice* lors de la formation des écidiospores, des spermaties et des téleutospores; par conséquent, 4° en admettant même la fusion des noyaux de la téleutospore, on ne peut, sans être en contradiction avec les idées actuelles sur la fécondation, interpréter cette fusion comme un phénomène sexuel; 5° les modifications de noyau qui accompagnent la maturation des spores de conservation (téleutospores) des Urédinées, et qui sont facilement observables sur le *Trachyspora Alchemillæ*, correspondent absolument à celles qu'on a signalées dans les graines des Phanérogames, à cette différence près que, dans les Urédinées, il y a deux noyaux. »

M. **Fr. Lesska** adresse une Note, écrite en langue allemande, sur diverses questions de Calcul intégral.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUILLET 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Émile Picard** fait hommage à l'Académie du deuxième fascicule du Tome III de son « Traité d'Analyse ».

M. **A. Milne-Edwards** présente à l'Académie une réunion de Mémoires portant pour titre « Observations sur deux Orangs-Outans adultes, morts à Paris; par MM. *A. Milne-Edwards, J. Deniker, R. Boulart, E. de Pousargues, F. Delisle* ». (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle.*)

M. **P.-P. Dehérain**, en présentant à l'Académie un Ouvrage qu'il vient de publier, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, un petit Ouvrage intitulé : *Les engrais, les ferments de la terre*. J'ai essayé,

dans la première Partie, de résumer l'ensemble de nos connaissances actuelles sur les matières fertilisantes; dans la seconde, de faire connaître les importants travaux qui établissent la fixation de l'azote dans le sol par action microbienne et qui montrent, en outre, comment les ferments de la terre transforment les matières organiques azotées en nitrates assimilables par les végétaux. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur la composition des raisins des principaux cépages de France;* par MM. **Aimé Girard** et **L. Lindet.**

« La Science œnologique présente, en France, une lacune singulière. Tandis que les analyses de vins, provenant de nos diverses régions viticoles, se comptent par centaines, c'est à peine si nous possédons quelques documents, fort incomplets d'ailleurs, sur la composition des raisins qui ont été la matière première de la production de ces vins.

» Nous nous sommes proposé de combler cette lacune, dans une mesure partielle tout au moins, en soumettant à des recherches comparatives les raisins des principaux cépages de France.

» Élargissant le point de vue auquel se sont placés jusqu'ici, en France, les rares expérimentateurs qui se sont occupés de cette question, nous avons pensé qu'il convenait de déterminer la composition, non seulement du jus des raisins, mais encore des autres parties de la grappe, peaux, pépins et râfles, qui, logés dans la cuve après le foulage en même temps que ce jus, interviennent comme celui-ci, et dans une large mesure, à la caractérisation du vin, sous le rapport du goût, du parfum et de la tenue.

» L'année 1893 nous a paru particulièrement favorable pour une étude de ce genre. L'intensité de la chaleur et l'abondance de la lumière semblaient devoir, pour cette campagne, amener la vigne à son maximum de production; il en a été ainsi, en effet, d'une manière générale; une partie de la grappe seulement, la râfle, a souffert de la sécheresse et s'est, en certains cas, présentée avec une composition anormale; aussi, pour retrouver cette râfle en conditions moyennes, comme aussi pour éclairer quelques points douteux, nous a-t-il paru nécessaire de revenir en 1894 sur certaines parties de l'étude faite l'année précédente.

» Pour donner à cette étude un développement convenable, pour apprendre au vigneron ce que les raisins qu'il jette à la cuve apportent

de matières utiles à la production du vin, nous avons, dans chacune de nos grandes régions viticoles, choisi les cépages les plus répandus, ceux dont l'aire d'expansion est la plus vaste.

» Le nombre des cépages à raisins colorés et à raisins blancs que nous avons ainsi examinés est de vingt-cinq; les uns sont des cépages fins et à rendement limité, les autres, des cépages de qualité ordinaire, mais à grande production.

» Au Midi, c'est l'*Aramon*, la *Carignane*, le *Petit Bouschet* et le *Picquepoul blanc*.

» Dans le Lyonnais, c'est le *Gamai du Beaujolais*.

» En Bourgogne, c'est le *Pinot noir*, le *Gamai*, le *Pinot blanc* ou *Chardonnay*, le *César*, le *Tressot* et le *Plant blanc de Sacy*.

» En Champagne, nous retrouvons les mêmes cépages qu'en Bourgogne, le *Pinot noir* et le *Pinot blanc* ou *Chardonnay*.

» Dans la région de l'Ouest, c'est le *Chenin noir* et le *Chenin blanc*.

» Dans la Charente, c'est la *Folle blanche*.

» Dans la Gironde aux cépages variés, nous avons examiné le *Cabernet sauvignon*, le *Cabernet franc*, le *Merlot*, le *Malbec*, le *Petit Verdot*, l'*Enrageat* (blanc) et enfin les riches cépages du Sauterne, le *Sémillon*, le *Sauvignon* et la *Moscadelle*.

» Pour chacun de ces cépages, nous avons, au moment de la maturité complète, déterminé d'abord les proportions relatives de râfles et de grains dont les grappes de force moyenne étaient formées, et reconnu, en même temps, le poids moyen du grain; puis, disséquant celui-ci, nous y avons déterminé de même le pourcentage de la pulpe, de la peau et des pépins.

» Chacune des quatre parties constituantes de la grappe : pulpe, peaux, pépins et râfles, a été ensuite soumise à une analyse chimique complète.

» Pour donner à ces analyses une précision aussi grande que possible, nous avons dû, à côté des procédés déjà connus, en instituer de nouveaux, qui, en certains cas, nous ont conduit à des résultats intéressants.

» Ces procédés, nous ne saurions les développer ici; on les trouvera exposés en détail dans le Mémoire complet, qui, prochainement, paraîtra dans le *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*.

» Parmi les faits intéressants et nouveaux, que l'application de ces procédés nous a permis de reconnaître, nous signalerons seulement les plus importants.

» Dans les râfles, comme aussi dans les pépins, nous avons, à côté du tannin, rencontré une matière, dont la formation sans doute est liée à la

présence de celui-ci, qui offre avec les matières résineuses une grande analogie et dont la saveur, âpre au début, devenant douceâtre avec le temps, joue très probablement un rôle dans la transformation que le goût du vin subit avec l'âge.

» Appliquant au dosage du bitartrate de potasse, et des acides libres que contiennent la pulpe, les peaux et la râfle, les procédés imaginés par MM. Berthelot et de Fleurieu, nous avons reconnu que, dans la pulpe tout au moins, l'acide tartrique libre ne figure jamais qu'en très petite quantité, alors que l'acide malique libre y domine au contraire.

» L'étude de la coloration des peaux nous a permis de vérifier pratiquement, sur des cépages nombreux, les faits découverts par M. Armand Gautier, au sujet des transformations des acides œnoliques.

» Dans ces peaux, où déjà la végétation a logé la matière colorante, nous avons également découvert le gisement d'une matière odorante, caractéristique pour chaque cépage, et qui, dominant dans le vin nouveau, s'atténue peu à peu au fur et à mesure qu'avec le temps se forment les éthers parfumés.

» A la formation de ces éthers, l'étude des pépins nous a permis d'apporter un élément nouveau; dans ces pépins, en effet, nous avons découvert des acides volatils, qui, très probablement, appartiennent à la série grasse, dont l'éthérification facile joue certainement un rôle important dans les produits des bouquets et dont la proportion, en certains cas, s'est élevée à 1 pour 100 du poids des pépins frais.

» Les résultats numériques, fournis par l'analyse des cépages que nous avons examinés, sont condensés en vingt-cinq Tableaux, dont l'ensemble comprend un millier de dosages environ. Ces Tableaux ne sauraient trouver place dans les *Comptes rendus;* c'est au *Bulletin du Ministère de l'Agriculture* que les personnes qu'intéresse l'art de la vinification les trouveront.

» Nous nous contenterons de résumer les faits principaux que cette analyse a mis en lumière.

» Si d'abord on considère la grappe du raisin dans son ensemble, on voit, suivant les cépages, la proportion des râfles et des grains varier du simple au double, ne pas dépasser par exemple 2,03 pour 100 dans le *Cabernet Sauvignon* (Gironde), pour s'élever jusqu'à 4,31 pour 100 dans le *Gamai* (Bourgogne).

» Entre les grains des raisins portés par les différents cépages, nous avons pu constater sous le rapport du poids moyen des différences plus grandes encore; pour le *Pinot noir* (Bourgogne), par exemple, ce poids

moyen ne dépasse guère $0^{gr},78$; pour beaucoup de cépages, il varie de 1^{gr} à $1^{gr},5$, atteint quelquefois 2^{gr} et même pour l'*Aramon* (Midi) s'élève à $3^{gr},69$.

» Des trois parties dont le grain est composé, pulpe, peaux et pépins, la première se présente le plus souvent avec un pourcentage à peu près fixe; c'est entre 87 et 89 pour 100 que ce pourcentage oscille; exceptionnellement on le voit, pour deux cépages, descendre à 84 pour 100 et, pour quatre autres, s'élever à 90 et 91 pour 100.

» C'est au contraire en proportions variables, comprises entre 6 et 11 pour 100 que la peau intervient à la constitution du grain, et il en est de même de la proportion des pépins, proportion qu'on voit, suivant les cépages, varier de 2 pour 100 à près de 7 pour 100 du poids du grain.

» Si, pénétrant plus avant dans la question, on soumet à l'analyse chimique chacune des quatre parties dont la grappe de raisin est formée, et si, considérant le grain en premier lieu, on s'attache à la richesse saccharine de la pulpe, on est frappé du chiffre élevé auquel, en bonne année, cette richesse peut atteindre. Pour certains cépages, en 1893, la proportion de sucre contenue dans la pulpe s'est élevée à 22,0 pour 100 (*cépages de Sauterne*), même à 23,5 pour 100 (*Pinot noir de Champagne*), du poids de cette pulpe; pour la moitié des cépages examinés, elle s'est tenue aux environs de 20 pour 100; au Midi seulement, elle n'a pas dépassé 14 pour 100 pour l'*Aramon*.

» Au point de vue de sa teneur en bitartrate de potasse, la pulpe apporte une caractéristique assez nette aux cépages principaux de chaque région; dans la Gironde, pour 1893 tout au moins, cette teneur reste voisine de 0,50 pour 100; en Bourgogne, elle s'élève à 0,70 pour 100, pour, dans la basse Bourgogne, redescendre à 0,50 pour 100, et dans le Midi, remonter à près de 0,70 pour 100.

» C'est dans le même sens que, suivant les régions, varie également la teneur de la pulpe en acides libres et notamment en acide malique.

» Les moûts de raisins de la Bourgogne et du Midi renferment proportionnellement plus de tartre et plus d'acides libres que les moûts de la Gironde et de la basse Bourgogne.

» A de rares exceptions, c'est une proportion à peu près constante de tannin que l'analyse fait trouver dans les peaux des raisins colorés; en 1893, c'est de 1,06 à 1,53 pour 100 que cette proportion a varié. Seuls les cépages de l'Yonne ont fait exception à cette règle; c'est à 4,23 pour 100

dans le César, à 3,25 pour 100 dans le Tressot que cette proportion s'est élevée.

» Même dans la peau des raisins blancs, nous avons retrouvé le tannin, mais en faible quantité : 0,30 pour 100 environ, pour la plupart des cépages.

» Quant aux proportions de bitartrate et d'acides libres dans les peaux, d'huile, d'acides volatils, de tannin et de matière résineuse dans les pépins, elles ne paraissent présenter aucun rapport régulier avec le lieu d'origine des différents cépages.

» Dans les râfles, nous avons reconnu des proportions souvent importantes de tannin, mais les variations ont, d'un cépage à l'autre, offert de grands écarts sans qu'aucune règle ait semblé déterminer ces variations. Dans la *Folle blanche* (Charente), la teneur de la râfle en tannin ne dépasse pas 0,95 pour 100; dans la râfle du *César* (Yonne), cette teneur s'élève à 2,72 pour 100.

» Il en est autrement pour la matière résineuse; c'est en proportion presque constante qu'elle intervient à la composition des râfles; pour les deux tiers des cépages examinés, c'est entre 1,20 pour 100 et 1,55 pour 100 qu'elle est comprise.

» En ce qui concerne le bitartrate de potasse, on voit les proportions que la râfle en contient rester voisines de 0,50 à 0,60 pour 100 pour la Bourgogne et la basse Bourgogne, s'élever à près de 1 pour 100 pour la Gironde et la Champagne, et, pour le Midi enfin, dépasser légèrement ce chiffre.

» Dans les râfles des raisins de la Gironde enfin, nous avons vu la proportion d'acides libres ne pas s'élever au-dessus de 0,35 pour 100, tandis que pour les raisins de la Bourgogne elle atteint et souvent dépasse 1 pour 100.

» Telles sont, en un court résumé, les résultats que nous a fournis l'étude des raisins de 1893 et de 1894; dans notre Mémoire, et pour rendre ces résultats plus saisissants pour le vigneron, nous les avons condensés en une série de Tableaux établissant, pour chaque cépage et pour 100^{kg} de vendange fraîchement cueillie, les apports personnels à chacune des parties de la grappe : pulpe, peaux, pépins et râfles.

» Si étendu que soit ce travail, il doit être regardé comme bien incomplet encore; il soulève, en effet, des questions plus intéressantes encore au point de vue physiologique qu'au point de vue technique, qui, jusqu'ici,

n'ont pu qu'être effleurées par nous; telle est la question des rapports entre le tannin et la matière résineuse qui l'accompagne dans les râfles et dans les peaux; telle est la question de l'influence exercée par ces deux produits sur les matières azotées solubles, dont la pulpe est le principal gisement; telle est la question du goût de cépage dont nous avons observé la localisation dans les peaux; telle est, enfin, la question des acides volatils appartenant très probablement à la série grasse, dont les pépins nous ont fourni en certains cas jusqu'à 1 pour 100 de leur poids.

» La solution de ces différentes questions doit être pour nous le but de recherches nouvelles. »

CHIMIE. — *Sur les phénomènes osmotiques qui se produisent entre l'éther et l'alcool méthylique, à travers différents diaphragmes;* par M. **F.-M. Raoult.**

« Au cours des recherches que j'ai entreprises sur les causes des phénomènes osmotiques, j'ai observé quelques faits qui me semblent assez intéressants pour être présentés à part.

» L'*osmomètre* dont je me sers est constitué par une boîte cylindrique en bronze, divisée par une cloison perméable en deux compartiments de 100^{cc} de capacité, et dont chacun communique avec un tube manométrique vertical. Cette boîte est formée de deux pièces identiques, ayant la forme de gobelets tubulés, dont les bords larges, épais et dressés sur le tour, peuvent facilement être réunis et fortement serrés l'un contre l'autre, après interposition d'un diaphragme poreux. L'étanchéité du joint est assurée par des anneaux de plomb, de gutta-percha, de caoutchouc vulcanisé, de gélatine, suivant les cas. L'instrument est plongé dans un bain d'eau à température constante, vers 13°.

» Les diaphragmes rigides, comme ceux en terre cuite, sont scellés dans une rigole circulaire creusée dans le rebord de chaque pièce. Les diaphragmes mous, comme les membranes de vessie ou de caoutchouc, sont maintenus, soit entre deux toiles métalliques, soit entre deux plaques de porcelaine poreuse.

» Quand les deux compartiments de l'osmomètre sont remplis par deux liquides différents, il y a ordinairement *osmose*, c'est-à-dire passage de l'un des liquides vers l'autre à travers la cloison perméable; alors, on voit le liquide baisser dans l'un des tubes manométriques et s'élever d'une égale quantité dans l'autre.

» Si l'on met, de part et d'autre du diaphragme, de l'*éther* et de l'*alcool méthylique,* purs ou mélangés l'un avec l'autre, on observe ce qui suit :

» A travers un diaphragme en *vessie* de porc, il y a *osmose,* c'est-à-dire passage de liquide :

» 1° De l'alcool méthylique pur *vers* l'éther pur;

» 2° De l'alcool méthylique pur *vers* un mélange de $\frac{1}{5}$ d'éther et $\frac{4}{5}$ d'alcool méthylique;

» 3° D'un mélange de $\frac{1}{5}$ d'alcool méthylique et $\frac{4}{5}$ d'éther *vers* l'éther pur.

» Tout se passe donc, ici, comme si la vessie était imperméable à l'éther et perméable à l'alcool méthylique, et comme si la rapidité du passage de l'alcool méthylique, à travers la vessie, était en raison inverse de la quantité d'éther préalablement mélangée avec cet alcool.

» A travers une feuille de *caoutchouc vulcanisé* de 1^{mm} d'épaisseur, l'osmose entre l'éther et l'alcool méthylique, purs ou mélangés, se produit tout aussi énergiquement qu'à travers une membrane de vessie; seulement elle a lieu *en sens contraire.*

» Il y a, en effet, *osmose,* c'est-à-dire passage de liquide à travers le *caoutchouc vulcanisé :*

» 1° De l'éther pur *vers* l'alcool méthylique pur;

» 2° D'un mélange de $\frac{1}{5}$ d'éther et $\frac{4}{5}$ d'alcool méthylique *vers* l'alcool méthylique pur;

» 3° De l'éther pur *vers* un mélange de $\frac{1}{5}$ d'alcool méthylique et $\frac{4}{5}$ d'éther.

» Il semble donc que, à l'inverse de la vessie, la feuille de caoutchouc soit perméable pour l'éther et imperméable pour l'alcool méthylique. En fait, tout se passe ici, comme si l'éther était seul capable de passer par osmose à travers le caoutchouc vulcanisé, et comme si la rapidité de cette osmose était en raison inverse de la quantité d'alcool méthylique préalablement mêlée à l'éther.

» Les phénomènes restent les mêmes lorsque la membrane de caoutchouc vulcanisé est simplement soutenue entre deux toiles métalliques en laiton, ou fortement serrée entre deux disques de porcelaine poreuse.

» La mesure de la pression, que cette osmose est capable de produire, présente de très grandes difficultés. Tout ce que j'ai pu constater, c'est que cette pression est très considérable. Dans une expérience, j'avais séparé de l'éther pur et un mélange d'éther et d'alcool méthylique à volumes égaux, par une membrane de caoutchouc vulcanisé fortement serrée entre deux disques de porcelaine dégourdie. La pression, par suite de l'osmose, s'est élevée jusqu'à cinquante atmosphères, du côté du mélange d'éther et d'alcool méthylique, sans que la rapidité de l'osmose parût se ralentir. Alors, malheureusement, l'appareil manométrique a éclaté.

» Les expériences qui précèdent montrent : 1° que l'*osmose* entre deux liquides déterminés peut, non seulement varier beaucoup en énergie, mais encore *changer de sens* avec la nature du diaphragme; 2° que le mouvement osmotique des corps, à travers le diaphragme, peut être absolument indépendant de leur poids moléculaire et de leur qualité de corps dissous ou de dissolvants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'isocyanate de phényle sur quelques acides et éthers;* par M. A. **Haller**.

« 1. Nous avons continué nos recherches relatives à l'action déshydratante du carbonale sur les acides organiques et avons essayé de préparer l'anhydride cyanacétique inconnu jusqu'à ce jour : dans les conditions où nous avons opéré, ce composé n'a pas pris naissance. Quand on mélange molécules égales d'acide cyanacétique et d'isocyanate, il se produit aussitôt un dégagement d'acide carbonique, sans qu'on soit obligé de chauffer, et l'on obtient de la *cyanacétanilide* $CAz.CH^2.CO.AzHC^6H^5$. Cette anilide cristallise dans l'alcool en paillettes blanches et nacrées, fondant à 199°. Elle est identique avec celle qu'a obtenue M. Quenda en chauffant de l'éther cyanacétique avec de l'aniline (1).

» 2. L'anhydride méthylsalicylique $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}OCH^3CH^3-O\\CO-O-CO\end{matrix}\right\rangle C^6H^4$ étant également inconnu, nous avons tenté de le préparer, sans succès d'ailleurs. L'isocyanate de phényle est sans action à froid sur l'acide méthylsalicylique; pour que les deux corps réagissent l'un sur l'autre, il faut chauffer le mélange à 120°. A cette température, l'acide carbonique commence à se dégager. Quand le dégagement cesse, on traite la masse par de l'éther, on agite la solution éthérée avec du carbonate de soude pour enlever l'excédent d'acide méthylsalicylique, on décante et l'on évapore. Après plusieurs cristallisations, on obtient un produit indistinctement cristallisé, fondant à 62°, et qui n'est décomposé ni par l'eau, ni par la potasse en solution aqueuse et bouillante. Ce composé n'est autre chose que la méthylsalicylanilide

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}OCH^3\\CO.AzHC^6H^5\end{matrix}\right. \quad 1.2.$$

(1) *Atti d. R. Acc. di Scienze di Torino,* t. XXVII.

» Comme pour l'acide cyanacétique, l'isocyanate de phényle ne s'est pas borné à agir comme déshydratant; la réaction a atteint la formation de l'anilide.

» 3. Il n'en est pas de même avec l'*acide anisique*, l'isomère para de l'acide méthylsalicylique. Quand on chauffe un mélange d'isocyanate et d'acide anisique sec, à une température de 120° environ, et qu'on arrête l'action de la chaleur dès qu'il ne se dégage plus d'acide carbonique, on obtient une masse qu'on épuise à l'éther de pétrole. Il reste de la diphénylurée symétrique, tandis que la solution fournit par évaporation des aiguilles blanches, légères, fondant à 98°-99°, d'*anhydride anisique*, identique avec celui qu'a obtenu M. Pisani dans l'action de l'oxychlorure de phosphore sur l'anisate de sodium (¹).

» Si, dans l'opération ci-dessus, on porte le mélange à 180°-190° et qu'on chauffe jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide carbonique, on obtient une masse qui, épuisée par l'alcool bouillant, fournit, après plusieurs cristallisations, des paillettes blanches et nacrées, fondant à 168°-169°, dont la composition et les propriétés répondent à celles de l'anisanilide ou para-métoxybenzanilide.

» M. Lossen (²) avait déjà observé la formation de ce dérivé, dans la distillation sèche de l'acide benzanishydroxamique, et MM. Leuckart et Schmidt (³) l'ont, d'autre part, obtenue en faisant agir la phénylcarbimide sur l'anisol, en présence du chlorure d'aluminium.

» Comme dans le cas des acides benzoïque, toluique, phtalique, camphorique, etc., la réaction entre le carbanile et l'acide anisique s'accomplit en deux phases, suivant la température à laquelle on opère. Il se forme d'abord l'anhydride acide et de la diphénylurée symétrique; puis, à une température plus élevée, ces deux corps réagissent l'un sur l'autre, pour donner naissance à l'anilide.

» 4. Il était intéressant de s'assurer comment se comporte l'isocyanate de phényle vis-à-vis d'un acide alcool, comme l'acide phénylglycolique par exemple.

» Étant données les propriétés du carbanile vis-à-vis des corps à fonction alcoolique, avec lesquels il donne des éthers phénylcarbamiques,

$$RO.COAzHC^6H^5$$

(¹) *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CII, p. 284.
(²) *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CLXXV, p. 292.
(³) *Deut. chem. Ges.*, t. XVIII, p. 2339.

et celles qu'il montre vis-à-vis des composés à fonction carboxylique, on pouvait s'attendre à ce qu'un acide alcool comme $C^6H^5.CHOH.COOH$, soumis à l'action de ce corps, donne naissance à un certain nombre de dérivés. Nous n'avons cependant réussi à en préparer qu'un seul, l'anilide de l'acide phénylglycolique $C^6H^5.CHOH.COAzHC^6H^5$.

» Ce composé prend naissance en chauffant à feu nu un mélange d'acide phénylglycolique et d'isocyanate de phényle, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide carbonique. La masse visqueuse obtenue a été ensuite soumise à un traitement méthodique, de soude, d'éther mélangé d'alcool, et le produit, cristallisé finalement dans l'éther bouillant, se présenta sous la forme de lamelles blanches enchevêtrées, affectant la forme de losange et fondant à 145°-146°. MM. Reissert et Kayser ont préparé le même composé en faisant agir la phénylhydrazine sur l'acide phénylglycolique (¹).

» 5. Dans une Communication faite en collaboration avec M. Guyot (¹), nous avons émis l'hypothèse, pour traduire le processus de certaines réactions, que l'acide benzoylbenzoïque pouvait être représenté, dans le cas que nous avions en vue, par la formule I, tandis qu'on lui attribue généralement une constitution répondant à la formule II :

$$\underbrace{C^6H^4\begin{array}{l}\diagup C\begin{array}{l}\diagup OH\\ - C^6H^5\\ \diagdown \end{array}\\ \diagdown CO \diagup O\end{array}}_{\text{I.}}, \qquad \underbrace{C^6H^4\begin{array}{l}\diagup CO.C^6H^5\\ \diagdown COOH\end{array}}_{\text{II.}}.$$

» La première de ces formules en fait une lactone alcool, tandis que la seconde répond à un acide cétone. Une lactone alcool devra donner, avec l'isocyanate de phényle, un éther phénylcarbamique répondant à la formule III, tandis que l'acide devra fournir un anhydride IV, puis une anilide V :

$$\underbrace{C^6H^4\begin{array}{l}\diagup C\begin{array}{l}\diagup O.COAzHC^6H^5\\ - C^6H^5\\ \diagdown \end{array}\\ \diagdown CO \diagup O\end{array}}_{\text{III.}}, \qquad \underbrace{\begin{array}{l}C^6H^4\begin{array}{l}\diagup CO \diagup C^6H^5\\ \diagdown CO \diagdown \end{array}\\ \qquad\qquad\quad O\\ C^6H^4\begin{array}{l}\diagup CO \diagup\\ \diagdown CO.C^6H^5\end{array}\end{array}}_{\text{IV.}}, \qquad \underbrace{C^6H^4\begin{array}{l}\diagup CO.C^6H^5\\ \diagdown CO.AzC^6H^5\end{array}}_{\text{V.}}.$$

» L'expérience a montré que les corps III et IV prennent en effet nais-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 140.

sance, suivant les conditions dans lesquelles on opère. Quant au composé V, il est probable qu'il prend également naissance, quoique nous n'ayons pu réussir à l'isoler dans un état de pureté suffisante pour l'analyse.

» Dissout-on de l'acide benzoylbenzoïque, desséché et pur, dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, et ajoute-t-on la quantité théorique d'isocyanate de phényle pur, on obtient, par évaporation sous une cloche, des cristaux entremêlés, absolument inodores, et ne dégageant plus l'odeur si pénétrante du carbanile.

» Ces cristaux ne sont toutefois pas stables, car, si l'on essaye de les dissoudre à chaud dans un dissolvant neutre quelconque, ils se scindent en leurs composants, carbanile et acide benzoylbenzoïque.

» Si, au lieu d'opérer au sein d'un dissolvant et à froid, on chauffe au bain-marie l'acide pulvérisé et sec, avec la quantité théorique d'isocyanate, le mélange ne tarde pas à se liquéfier, en passant du jaune au vert, et en dégageant de l'acide carbonique. Au bout d'un quart d'heure, le produit devient solide, tout en gardant une couleur d'un vert bleuâtre. Quand il ne se dégage plus de gaz carbonique, on reprend la masse par du benzène bouillant, pour séparer l'anhydride orthobenzoylbenzoïque de la diphénylurée symétrique formée en même temps, et l'on soumet le produit à une série de cristallisations fractionnées. Un dernier traitement à l'alcool fournit enfin l'anhydride, sous la forme de beaux cristaux transparents, affectant la forme de losanges et fondant à 140°-141°.

» Nous l'avons comparé au corps obtenu par M. de Pechmann [1] en chauffant à 200° l'anhydride acétylbenzoylbenzoïque, et avons constaté que les deux composés, préparés par deux voies différentes, étaient identiques. Comme le nôtre, l'anhydride de M. de Pechmann fond à 140°-141°, et non à 120°, comme l'indique son auteur.

» Porte-t-on enfin le mélange d'isocyanate de phényle et d'acide *o*-benzoylbenzoïque à 140°-150°, il se produit une réaction très vive, avec dégagement d'acide carbonique et formation d'un corps visqueux, coloré en jaune brun, et duquel il nous a été impossible d'extraire un produit défini. On obtient le même résultat en chauffant l'anhydride benzoylbenzoïque avec de la diphénylurée symétrique.

» En résumé, vis-à-vis de l'isocyanate de phényle, l'acide *o*-benzoylbenzoïque se comporte comme une lactone alcool et comme un acide

---

[1] *Deut. Chem. Ges.*, t. XIII, p. 1866.

cétone, à moins qu'on ne veuille attribuer à l'anhydride la formule de constitution suivante :

$$C^6H^4\langle {}^{C}_{CO}\rangle O \quad C \diagup^{O} - C^6H^5\,C^6H^5 \diagdown C \quad \begin{matrix} - C^6H^4 \\ | \\ O - CO \end{matrix}.$$

» 6. L'éther tartrique, dissous dans la benzine sèche, se combine, à 130°, à l'isocyanate de phényle en donnant naissance au composé

$$\begin{matrix} C^2H^5OCO - CHO.CO.AzHC^6H^5, \\ | \\ C^2H^5OCO - CHO.CO.AzHC^6H^5, \end{matrix}$$

qui cristallise au sein du benzène en aiguilles blanches, fondant à 164°. Les solutions chloroformiques de ce dérivé ($\frac{1}{20}$ de molécule) possèdent le pouvoir rotatoire moléculaire $(\alpha)_D = -61°,56$. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de feu M. *Carl Vogt*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 35,

M. Retzius obtient . . . . 34 suffrages.

Il y a un bulletin blanc.

M. **Retzius**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les réfractions anormales à la surface de l'eau.* Note de M. **Ch. Dufour.**

« Sur le lac Léman, nous avons souvent des réfractions anormales considérables. Quand l'air est plus froid que l'eau, nous sommes dans les conditions du mirage; la trajectoire du rayon lumineux tourne sa convexité contre l'eau, et nous avons des mirages aussi beaux que ceux du désert. Au contraire, quand l'eau est plus froide que l'air, la trajectoire du rayon

lumineux tourne sa concavité contre l'eau, et l'on voit alors des objets qui, dans la règle, sont cachés par la rondeur de la Terre; c'est alors que, de Morges, on voit le château de Chillon, distant de 35^{km}. Dans les conditions normales de température de l'air, ce château est caché par la rondeur de la Terre : on ne le verrait pas, eût-il même une hauteur double.

» Il résulte de là que, si l'air est plus froid que l'eau, ce qui arrive généralement en hiver, l'horizon paraît déprimé d'une quantité plus forte que la moyenne; cette dépression est au contraire plus faible quand l'air est plus chaud que l'eau, ce qui arrive souvent en été.

» Je ne sais si l'on a quelquefois égard à cette cause d'erreur quand on prend, en mer, la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon, soit pour déterminer la latitude, soit pour trouver l'heure. J'ai vu un officier de la marine anglaise, qui m'a assuré qu'il ne s'en inquiétait pas; cette omission devait certainement entraîner des erreurs assez fortes sur la position du navire. D'après diverses observations faites à Morges, je suis certain que cette différence de température produit parfois des erreurs qui excèdent $5'$ ou $6'$, sur la hauteur apparente du point où se fait la tangence à la surface de l'eau.

» Peut-être serait-il possible de faire des Tables pour corriger cette erreur, d'après la température de l'eau et celle de l'air; mais, dans tous les cas, il vaudrait la peine d'étudier cette question. »

CORRESPONDANCE.

M. S. **Newcomb**, élu Associé étranger, adresse, de Washington, ses remercîments à l'Académie.

M. W. **Ramsay**, M. W.-H. **Flower**, M. **Sabatier**, élus Correspondants, adressent leurs remercîments à l'Académie.

M. le **Président** appelle l'attention de l'Académie sur un « Album de haute-école et d'équitation », par le capitaine *J.-B. Dumas* et le vicomte *de Ponton d'Amécourt* ».

(Renvoi à la Commission des prix de Physiologie.)

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les potentiels explosifs statique et dynamique.* Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« On admet, en général, qu'une étincelle éclate à un excitateur lorsque la différence de potentiel entre ses pôles atteint une valeur déterminée, pour des conditions physiques données, mais indépendante de la façon dont on provoque la décharge.

» D'après M. Jaumann, le potentiel explosif dépend de la vitesse de charge de l'excitateur; il est d'autant plus petit que les variations de la charge sont plus rapides. M. Jaumann tirait cette conséquence, si importante pour l'étude des décharges, d'une série d'expériences très ingénieuses [1]. Son opinion ne fut pas admise par tous les physiciens.

» La nécessité d'entourer les expériences de précautions minutieuses, que j'ai signalées dans une Note antérieure [2], m'a conduit à penser que les résultats de M. Jaumann étaient susceptibles d'une interprétation différente, fondée sur la proposition suivante, énoncée dans la Communication précédemment citée : *L'abaissement des potentiels explosifs par la lumière ultra-violette est beaucoup plus considérable pour les potentiels dynamiques que pour les potentiels statiques.*

» Avant de décrire les expériences qui établissent cette conclusion je dois montrer comment j'ai repris les expériences de M. Jaumann, sous une forme susceptible d'une interprétation simple et facile.

» Les armatures d'un condensateur C communiquant avec les pôles d'une machine électrostatique et avec les pôles d'un excitateur principal; on augmente brusquement la capacité du condensateur, en joignant les armatures de ce dernier aux armatures d'un autre condensateur de capacité plus petite. La différence de potentiel entre les armatures de C et par suite entre les pôles de l'excitateur diminue brusquement.

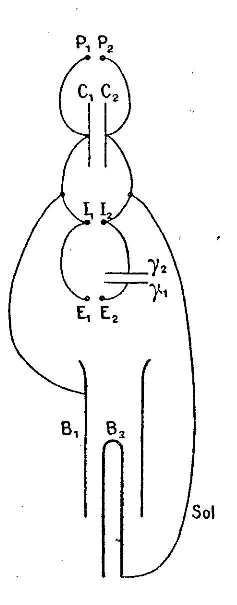
» L'expérience consiste à voir si la diminution brusque du potentiel décharge l'excitateur pour un potentiel inférieur au potentiel explosif de l'excitateur chargé lentement et régulièrement au moyen d'une machine électrostatique.

» Soient C_1, C_2 les armatures du condensateur principal; γ_1, γ_2 les

(1) *Sitz.ber. der Akad. der Wiss. zu Wien.*, p. 765; juillet 1888.

(2) *Comptes rendus;* juillet 1895.

armatures d'un condensateur secondaire; I_1, I_2 les pôles de l'excitateur principal; E_1, E_2 les pôles de l'excitateur secondaire; P_1, P_2 les pôles de la machine de Holtz; B_1, B_2 les cylindres extérieur et intérieur d'un électro-



mètre de MM. Bichat et Blondlot. On fait communiquer métalliquement : 1° $P_1 C_1 I_1 E_1 B$; 2° $E_2 \gamma_1$; on réunit entre eux et au sol $P_2 C_2 I_2 \gamma_2 B_2$; on place des écrans autour de $I_1 I_2$ pour préserver cet excitateur de l'action de la lumière ultra-violette de l'étincelle de $E_1 E_2$ et des effluves qui peuvent s'échapper des fils pendant la charge; on observe par la méthode subjective les divisions d'une règle verticale, réfléchies sur le miroir de l'électromètre.

» Les expériences sont conduites de la manière suivante : On tourne la machine de façon à charger le condensateur $C_1 C_2$ aussi lentement que possible, et en même temps on suit dans la lunette l'indication de l'électromètre; on note la division de l'échelle qui passe au réticule au moment où l'étincelle éclate en $I_1 I_2$, ce qui donne le potentiel explosif de l'excitateur principal. On recommence la charge avec la même lenteur, et, lorsque le potentiel de $I_1 I_2$ est très peu inférieur au potentiel explosif préalablement déterminé, on fait éclater une étincelle en $E_1 E_2$ de façon à diminuer brusquement le potentiel de $I_1 I_2$ en chargeant le condensateur $\gamma_1 \gamma_2$ aux dépens de $C_1 C_2$; pour cela, un aide amène la boule E_1 au contact de la boule E_2 et l'éloigne aussitôt, il note la division observée à la lunette au moment de

l'étincelle en E_1E_2 et décharge le condensateur $\gamma_1\gamma_2$; par suite de l'étincelle en E_1E_2, le potentiel de I_1I_2 a diminué plus ou moins. On recommence la charge dans les mêmes conditions, et l'on fait éclater l'étincelle en E_1E_2 pour un potentiel un peu plus élevé, et ainsi de suite. Si la proposition de M. Jaumann est exacte, si une variation rapide du potentiel diminue réellement le potentiel explosif, on trouvera toujours une valeur du potentiel de I_1I_2 assez voisine du potentiel explosif pour que l'étincelle en E_1E_2 provoque en même temps la décharge de l'excitateur principal.

» L'expérience ne confirme pas cette manière de voir; elle montre, au contraire, que l'on peut approcher du potentiel explosif de l'excitateur I_1I_2 aussi près que l'on veut, provoquer par l'étincelle en E_1E_2 une diminution brusque quelconque de potentiel, sans qu'il soit possible d'observer deux étincelles simultanées en E_1E_2 et I_1I_2 *pourvu que l'excitateur* I_1I_2 *soit protégé soigneusement contre la lumière des effluves et des étincelles.*

» Voici quelques exemples : Le condensateur C_1C_2 est une bouteille de Leyde de $0^{\text{microf}},005$. Le potentiel explosif de I_1I_2 est d'environ 35 unités électrostatiques C.G.S. Lorsque l'électromètre est à l'état neutre et en équilibre, l'image de la division zéro coïncide avec le réticule de la lunette. La charge de l'électromètre est de 4^{dgr}, et 1^{dgr} correspond à 36 divisions de l'échelle. On fait éclater les étincelles environ toutes les minutes.

» Dans les Tableaux suivants, les expériences sont relatées dans l'ordre où elles ont été faites. La lettre *e* indique que l'on fait éclater l'étincelle en E_1E_2; la lettre *i* que l'étincelle éclate en I_1I_2. Le nombre en regard de *i* ou de *e* représente la division de l'échelle de l'électromètre dont l'image coïncide avec le réticule au moment de l'étincelle.

» *Expérience I.* — Les pôles de I_1I_2 sont en laiton, le condensateur $\gamma_1\gamma_2$ est une sphère de 5^{cm} de rayon, sa capacité est donc environ 900 fois plus petite que celle de C_1C_2.

(1)............	+ 5	*i*	(7)..........	+ 4	*i*
(2)............	− 8	*e*	(8)..........	+ 3	*e*
(3)............	0	*e*	(9)..........	+ 5	*e*
(4)............	+ 3	*e*	(10).........	+ 7	*e*
(5)............	+ 4	*e*	(11).........	+ 7,50	*i*
(6)............	+ 6	*i*			

» La charge de l'électromètre étant de 4^{dgr} dans l'expérience (11), le carré du potentiel mesuré en unités arbitraires est $4 \times 36 + 7,50$, ou $151,50$. Les expressions (10) et (11) prouvent donc qu'on n'a pu constater un abaissement apparent de $0,5$ sur $151,50$.

» *Expérience II.* — Les pôles de I_1I_2 sont en platine, $\gamma_1\gamma_2$ est un petit condensateur plan de capacité $0^{\text{microf}},0002$, c'est-à-dire 25 fois plus petite que celle de C_1C_2.

» 1° On protège soigneusement les pôles $I_1 I_2$ par des écrans.

(1)................	19	e	(5).............	25	e
(2)................	20	e	(6).............	27	e
(3)................	21	e	(7).............	27,50	i
(4)................	23	e			

il est donc impossible de constater sur le carré du potentiel un abaissement de 0,5 sur 171,5.

» 2° On enlève les écrans qui protègent l'excitateur $I_1 I_2$ contre la lumière des effluves.

(1)..........	+ 4	e et i	(4)............	4	e et i
(2)..........	0	e	(5)............	10	i
(3)..........	2	e			

sans précautions spéciales contre la lumière des effluves, l'abaissement apparent est de 16 unités sur 164. La lumière de l'arc électrique produit le même effet.

» D'après les expériences précédentes, je crois pouvoir conclure que *le potentiel explosif d'un excitateur placé à l'abri des radiations ultra-violettes n'est pas diminué d'une façon appréciable* (¹) *par des variations très petites et très rapides du potentiel* (²). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un phénomène de phosphorescence obtenu dans des tubes contenant de l'azote raréfié, après le passage de la décharge électrique.* Note de M. **Gaston Séguy**, présentée par M. Lippmann.

« On sait qu'en faisant passer la décharge électrique dans des tubes contenant de l'oxygène raréfié, on peut obtenir une phosphorescence, c'est-à-dire une lueur persistant après la décharge.

» Au cours d'une série nombreuse d'expériences sur l'azote et ses composés, j'ai été amené à découvrir que l'azote jouit de la même propriété que l'oxygène, du moins en présence de la vapeur d'un bichlorure métallique. Le tube est formé de trois grosses ampoules soudées bout à bout, et

---

(¹) Il arrive parfois, mais très rarement, qu'au voisinage du potentiel explosif de $I_1 I_2$ on observe, en apparence du moins, des étincelles simultanées en $E_1 E_2$ et $I_1 I_2$; ces faits se présentent quand la charge est moins régulière que dans les expériences décrites.

Ces observations rentreraient dans la loi de M. Jaumann, si l'on pouvait les reproduire systématiquement; je continue leur étude.

(²) Institut de Physique de la Faculté des Sciences de Lille.

muni d'électrodes à ses extrémités. On le remplit à deux reprises d'azote extrait de l'air atmosphérique par le procédé Brin, en faisant le vide à chaque fois. On ajoute à l'azote des vapeurs de bichlorure d'étain. Si l'on fait alors passer la décharge électrique, on observe dans le tube une lueur brillante qui persiste après l'interruption du courant.

» La lumière émise par le tube à azote est rose pendant la décharge, tandis que dans le tube à oxygène elle est d'un gris violet. La phosphorescence est d'un blanc laiteux, remplissant tout le tube et laissant seulement obscurs quelques centimètres vers les pôles. Cette lueur a son éclat maximum aussitôt après l'interruption du courant, puis elle disparaît graduellement au bout de 10 à 80 secondes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la force électromotrice des étalons L. Clark, Gouy et Daniell.* Note de M. C. LIMB, présentée par M. Lippmann.

« La méthode pour la mesure des forces électromotrices en valeur absolue, que j'ai eu l'honneur de présenter l'année dernière à l'Académie [1], m'a conduit aux valeurs suivantes, les éléments étant à 0°.

Latimer Clark	1,4535 volt absolu
Gouy	1,3928 »
Daniell, type Fleming [2]	1,0943 »

» Pour l'élément L. Clark, j'ai adopté la forme en H. Au fond des tubes se trouve du mercure pur, en relation avec deux fils de platine servant de conducteurs. Sur l'un des mercures flotte une épaisse couche de sulfate mercureux pur; sur l'autre un morceau de zinc pur, qui forme un amalgame. Dans les deux tubes se trouvent des cristaux de sulfate de zinc pur, et le reste de l'élément est rempli d'une solution saturée de ce même sulfate. Les tubes sont scellés à la cire d'Espagne.

» Pour l'élément Gouy, je me suis conformé strictement aux indications données par l'auteur [3], en m'astreignant à n'employer que des produits préparés par moi-même suivant ses indications.

» Pour l'élément Daniell, du type Fleming, j'ai employé une solution de sulfate de zinc pur, de densité 1,400 à 15°, baignant le zinc pur amalgamé, et une solution de

(1) Séance du 28 mai 1894.

(2) J.-A. FLEMING, *Sur l'emploi de la pile Daniell comme étalon de force électromotrice* (*Philosophical Magazine and Journal of Science*, t. XX, p. 126; 1885).

(3) GOUY, *Sur une pile-étalon* (*Comptes rendus*, 16 mars 1887, et *Journal de Physique*, 2e série, t. VII, p. 532; 1888).

sulfate de cuivre pur, de densité 1,100, baignant un fil de cuivre électrolytique, recouvert d'une couche fraîche de cuivre électrolytique, juste au moment de l'expérience.

» Les étalons L. Clark et Gouy ont été recouverts d'une couche de vernis noir pour les préserver de la lumière, et l'élément Daniell, qu'on remplit à chaque fois, était placé dans l'obscurité.

» L'élément Daniell voit sa force électromotrice augmenter, dans l'espace d'une heure, de plus de 1 pour 100, par le fait d'une légère oxydation du cuivre. Comme il faut le vider et le remplir à chaque expérience, ainsi que déposer du cuivre frais sur l'électrode positive, il n'est pas si commode à employer que les deux autres, et ne présente pas la même garantie. Toutefois, lorsqu'on n'a pas besoin de la valeur absolue de sa force électromotrice, on peut lui donner la forme d'un élément ordinaire, modèle Callaud de préférence, et le faire travailler sur une résistance capable de lui faire débiter un courant d'environ $0^{amp},05$ par décimètre carré d'électrode. La différence de potentiel entre ses bornes présente, dans ces conditions, une constance remarquable, ainsi que l'ont remarqué déjà plusieurs expérimentateurs. L'élément Gouy est très robuste; si, par suite d'une fausse manœuvre, il a été maltraité, traversé par des courants, il suffit de le mettre quelques minutes en court-circuit : au bout de quelques heures, il a repris sa valeur première. De plus, son coefficient de température est assez faible. L'élément L. Clark a, au contraire, un fort coefficient de température; néanmoins, lorsque celle-ci est bien déterminée, sa valeur est parfaitement fixe. Tous les éléments sont bien comparables, et la constance d'un même élément se maintient très grande. Toutes ces variations ne portent que sur le chiffre des dix-millièmes. Lord Rayleigh [1] a trouvé pour la valeur de cet étalon (réduite à 0°) 1,4527 volts absolus; ce nombre, qui ne diffère pas de $\frac{1}{1800}$ de celui qui résulte de mes propres déterminations, a été déterminé par la mesure d'un courant au moyen d'un électrodynamomètre absolu, et celle d'une résistance en valeur absolue, méthode qui ne rappelle en rien celle que j'ai suivie [2]. »

---

[1] Lord Rayleigh, *Sur l'équivalent électrochimique de l'argent, et sur la force électromotrice absolue des éléments de Clark* (*Philosophical Transactions of the Royal Society of London*; 1884).

[2] Ce Travail a été fait au laboratoire des Recherches physiques, à la Sorbonne.

PHYSIQUE. — *Sur les tubes de Natterer.* Note de M. **Gouy**.

« Je crois nécessaire de donner quelques explications relatives à un point de mes recherches antérieures sur l'état critique ([1]), en raison des observations présentées par M. P. Villard, dans son intéressante Communication sur le même sujet ([2]). Il s'agit ici des conditions à remplir pour observer les phénomènes dus à l'action de la pesanteur, au voisinage immédiat de l'état critique.

» Pour que le niveau critique existe dans un tube de Natterer, il faut que la pression critique soit intermédiaire entre celles qui existent en haut et en bas du tube, et qui sont très peu différentes l'une de l'autre; mais on aurait tort de croire qu'il en résulte des exigences très strictes relativement à la quantité de matière contenue dans le tube. La compressibilité étant extrêmement grande, il y a, au contraire, une latitude assez étendue. Si l'on considère deux tubes de Natterer dans l'*état final* (après agitation dans un bain à température constante) ([3]), tels que le niveau critique soit, pour l'un, en haut, et, pour l'autre, en bas de l'appareil, les densités moyennes du fluide dans les deux cas sont notablement différentes. Je possède deux tubes de 27^{cm} qui sont sensiblement dans ces conditions, et, à la température de $17°$, l'acide carbonique liquide y occupe les $\frac{48}{100}$ et les $\frac{43}{100}$ du volume total, ce qui donne environ 7 pour 100 de différence pour la densité moyenne. La théorie conduit à peu près au même résultat pour l'acide carbonique pur.

» Il n'y a donc pas de difficulté à se placer dans un cas intermédiaire, pour peu qu'on puisse évaluer la quantité de fluide introduite dans l'appareil; parmi les tubes de Natterer du commerce, qui sont faits au hasard, on en trouve quelques-uns qui se prêtent à l'expérience.

» Une condition plus difficile à réaliser, c'est la constance de tempéra-

---

([1]) *Effets produits par la pesanteur sur les fluides au point critique* (*Comptes rendus*, 1892). — *Sur quelques phénomènes présentés par les tubes de Natterer* (*Comptes rendus*, 1893).

([2]) *Comptes rendus*, 8 juillet 1895.

([3]) Je pense que l'état final réalisé par l'agitation est un état où les impuretés (air, eau, etc.) étant plus également réparties, les phénomènes se rapprochent beaucoup de ceux que présenterait l'acide carbonique parfaitement pur, à part la valeur de la température critique, qui est un peu abaissée.

ture, sans laquelle on observe des phénomènes très complexes, en raison des effets thermiques considérables produits par les variations de densité qui ont lieu dans les diverses parties du tube, bien que le volume total reste constant. Dans les conditions des expériences de cours et de beaucoup de recherches expérimentales, ces variations de température jouent un rôle prépondérant et marquent les véritables lois de l'état critique. »

CHIMIE. — *Sur le sulfure de manganèse anhydre cristallisé.* Note de M. **A. Mourlot**, présentée par M. Henri Moissan.

« Sous l'action de la haute température de l'arc électrique, M. Moissan a démontré qu'un grand nombre d'oxydes métalliques étaient susceptibles de cristalliser (1); nous nous sommes proposé d'appliquer la même méthode à la reproduction des sulfures cristallisés. C'est ainsi que nous avons pu préparer le sulfure de manganèse identique au sulfure naturel, l'*alabandine*. On sait que cette reproduction de l'alabandine a déjà été réalisée, par voie humide, par M. Baubigny (2).

» Pour obtenir ce sulfure cristallisé, nous plaçons dans la cavité du four électrique 100^{gr} environ de sulfure amorphe parfaitement desséché, additionné d'un peu de soufre, et nous le soumettons à l'action d'un courant de 40 ampères et de 30 volts pendant vingt minutes environ. Après refroidissement, il reste une masse de sulfure fondu présentant à sa surface des parties nettement cristallisées. L'emploi de courants plus puissants, de 1000 ampères et de 50 volts, ne nous a pas donné de meilleurs résultats; avec de hautes tensions, le sulfure que l'on obtient a été complètement liquéfié et se présente sous la forme d'un culot homogène à texture cristalline.

» Nous avons essayé ensuite l'action du sulfure de carbone et de l'hydrogène sulfuré sur le manganèse métallique préparé au four élec-

(1) Henri Moissan, *Sur la cristallisation des oxydes métalliques* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IV).

(2) Baubigny, *Sur la reproduction de l'alabandine* (*Comptes rendus*, juin 1887): En dissolvant dans 150^{cc} d'eau $1^{gr},100$ de sulfate neutre de manganèse additionné d'un petit excès d'acétate d'ammoniaque et de quelques gouttes d'acide acétique, saturant à 0° par l'hydrogène sulfuré et scellant le vase à la lampe; en abandonnant à la température ambiante de $+5°$ à 35° environ, on obtient au bout de cinq années des cristaux octaédriques très nets.

trique ([1]); dans les deux expériences faites au four à réverbère, nous avons eu attaque du métal et formation de sulfure non cristallisé.

» Le sulfure de manganèse cristallisé se présente soit sous la forme de cubes, soit sous la forme d'octaèdres dérivés transparents. Ces petits cristaux n'agissent pas sur la lumière polarisée; ils sont d'un vert foncé et laissent une trace verte sur la porcelaine. La densité du sulfure cristallisé a été trouvée égale à 3,92, celle du sulfure fondu égale à 4,06.

» Le sulfure cristallisé a la dureté du sulfure naturel, 3,5 à 4; le sulfure fondu est notablement plus dur, il peut rayer le quartz; ces caractères identifient bien cette substance avec l'alabandine.

» Le sulfure de manganèse cristallisé ou fondu possède sensiblement les mêmes propriétés chimiques que le sulfure amorphe. Cependant, il est attaqué plus lentement par les divers réactifs.

» Le fluor n'a pas d'action à froid, mais au-dessous du rouge il se produit une vive incandescence accompagnée de fumées blanches.

» Dans l'oxygène il s'enflamme également au-dessous du rouge.

» Les réducteurs hydrogène et charbon n'agissent pas sur le sulfure cristallisé; en faisant passer un courant d'hydrogène à 1200° nous n'avons pu constater la production d'hydrogène sulfuré.

» L'action du charbon a été expérimentée à très haute température; à cet effet, nous avons soumis le mélange intime de charbon de sucre et de sulfure de manganèse à l'action d'un courant de 1000 ampères et de 50 volts pendant dix minutes. Il n'y a pas eu trace de réduction; le sulfure de manganèse porté à cette haute température est un liquide très fluide, qui se coule avec la plus grande facilité en s'oxydant légèrement à sa surface.

» *Analyse.* — Le manganèse a été dosé à l'état d'oxyde salin Mn^3O^4 et le soufre à l'état de sulfate de baryte après attaque de la substance par l'eau régale. Nous avons obtenu les nombres suivants :

	Analyses.		
	1.	2.	Théorie.
Mn..........	63,28	63,1	63,133
S...........	36,70	36,85	36,866

([1]) Henri Moissan, *Sur la préparation du manganèse au four électrique* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 349).

CHIMIE. — *Sur quelques propriétés des combinaisons de chlorure ferreux et de bioxyde d'azote.* Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Troost.

« J'ai signalé récemment trois combinaisons nouvelles de bioxyde d'azote avec le chlorure ferreux ([1]). J'ai commencé l'étude de ces composés.

» M. Gay, qui a étudié ([2]) d'une façon approfondie l'action d'un courant de bioxyde d'azote sur le chlorure ferreux en solution aqueuse (et en général sur tous les sels ferreux dissous) a été conduit à admettre que les composés obtenus ainsi en dissolution étaient dissociés. La loi générale de la dissociation n'est pas vérifiée exactement, mais, comme il le fait remarquer très justement, cette loi de la dissociation n'est connue que pour les composés secs et il attribue les divergences observées à l'influence du dissolvant. Il était donc intéressant de savoir si les composés que j'ai obtenus étaient oui ou non dissociables.

» Je les ai soumis : 1° à l'action d'un courant de gaz inerte; 2° à l'action du vide.

» *Action d'un courant de gaz inerte.* — Une des précautions indispensables à prendre était de dessécher très soigneusement le gaz inerte employé dans les expériences. Pour cela, l'acide carbonique dont je me suis servi était desséché à travers deux tubes à boules de Liebig contenant de l'acide sulfurique concentré et suivis de trois tubes en U remplis de ponce sulfurique. De là, il se rendait dans un tube bien desséché où se trouvait la substance. Pour être bien sûr du reste que le gaz était parfaitement sec, au système précédent j'ajoutais un tube témoin que je pesais avant et après l'expérience.

» Dans ces conditions, après avoir fait passer, à la température ordinaire, un courant de gaz pendant plusieurs heures, la substance ne se trouvait pas altérée.

» *Action du vide.* — J'ai mis la substance sous une cloche à acide sulfurique. Le vide a été fait jusqu'à ce que le manomètre reste à un niveau constant. La pression dans la cloche était de 11^{mm} de mercure. Au bout de plusieurs heures, la pression n'avait subi aucune variation. Ces expériences ont été faites à la température du laboratoire (température moyenne de 25°).

» De ces expériences, il résulte qu'aucun des trois corps signalés n'a une tension de dissociation sensible à la température ordinaire.

([1]) *Comptes rendus* du 25 février et du 8 juillet 1895.
([2]) Gay, *Thèse de doctorat*, p. 16 et suiv.; 1885.

» *Action de l'eau.* — J'ai mentionné l'action de l'eau sur le corps $Fe^2Cl^4.2AzO$. Elle est très nette, le corps se dissout sans aucun dégagement gazeux.

» Sur les composés renfermant moins de bioxyde d'azote, elle semble au premier abord plus compliquée. Si, sur une certaine quantité de ces corps, on verse quelques gouttes d'eau, on obtient un dégagement gazeux abondant; mais si, à une grande quantité d'eau, on ajoute, au contraire, la matière en petite quantité, on obtient un dégagement de quelques bulles gazeuses, mais je crois que la plus grande partie du bioxyde d'azote reste dans la liqueur; si les corps n'ont pas subi d'oxydation, si l'eau employée est bien purgée d'air, les dissolutions sont limpides. En général, elles sont légèrement troubles, d'une couleur jaune allant jusqu'au rouge, surtout à chaud, mais je n'ai jamais pu obtenir de dissolution noire.

» *Action des alcalis.* — J'ai étudié l'action de la potasse et de l'ammoniaque.

» Elle est analogue pour les trois composés. Un alcali ajouté à une dissolution bien exempte d'oxygène donne un précipité que j'ai trouvé analogue à celui signalé par Peligot. Il est d'abord blanc grisâtre, puis devient vert bleuâtre, et finalement noir. Ces changements de coloration sont très difficiles à saisir, mais on peut les observer cependant assez bien, en prenant le corps $Fe^2Cl^4.2AzO$ et l'ammoniaque. Toutefois, le précipité noir n'est jamais devenu couleur rouille en prenant de l'eau bien purgée d'air. M. Gay (*loc. cit.*) n'a pas pu observer ces changements de coloration : le précipité obtenu par lui, en précipitant les solutions ferreuses nitrées, est noir et reste noir.

» Mais ce qui distingue particulièrement l'action des alcalis est le fait suivant : Si l'on précipite une solution ferreuse saturée d'oxyde nitrique, on obtient un dégagement abondant, et qui ne s'arrête qu'au bout de plusieurs heures, d'un mélange gazeux formé en proportions variables de protoxyde d'azote et d'azote.

» En précipitant, au contraire, la dissolution aqueuse d'un composé nitré, préparé par voie sèche, on n'obtient pas de dégagement gazeux. Il n'y a dans la liqueur, ni acide azotique, ni acide azoteux, ni ammoniaque.

» *Action de* $AzO^3.Ag$ *sur* $Fe^2Cl^4.2AzO$. — L'action de l'azotate d'argent sur la dissolution du composé $Fe^2Cl^4,2AzO$ est intéressante. Si l'on opère la précipitation du chlore par la méthode générale, on sait que la liqueur, portée à 80°-90°, devient absolument limpide au bout d'un certain temps. Or voici ce qu'on observe : si l'on opère la filtration sur un filtre lavé à l'eau froide, les trois ou quatre premières gouttes du liquide passent troubles. Le précipité est blanc et semble être analogue au chlorure d'argent. Puis la liqueur passe parfaitement claire, et redissout même le précipité tout d'abord formé.

» On obtient de même un précipité, en plongeant dans la liqueur chaude, contenant le chlorure d'argent, une baguette de verre froide. Le précipité se forme au contact de la baguette et disparaît aussitôt qu'on la retire.

» Ce phénomène assez curieux m'avait fait penser que de l'azote pouvait s'éliminer

à l'état d'acide hypoazoteux, et que le précipité que j'ai signalé était de l'hypoazotite d'argent.

» Toutefois, je n'ai pu dans la liqueur filtrée déceler cet acide : entre autres, je n'ai pas obtenu de précipité avec le chlorure de calcium. Cette hypothèse de la formation d'acide hypoazoteux dans ces circonstances est assez naturelle, car on sait que lorsqu'on fait réagir du protoxyde de fer sur du bioxyde d'azote, dans un rapport déterminé très voisin de celui où ils se trouvent dans la solution, il y a formation de cet acide.

» Je n'ai pu constater cette particularité avec les deux autres composés.

» *Action du bioxyde d'azote sur une dissolution de* $Fe^2Cl^4.AzO$ *et* $5Fe^2Cl^4.AzO$. — Puisque ces corps ne sont pas saturés de gaz nitrique, nous avons pensé obtenir, en faisant réagir un excès de gaz sur la dissolution, une coloration noire en même temps que le gaz serait absorbé. Il n'en est rien. L'absorption du bioxyde d'azote est très lente et très faible. Nous avons opéré sur le mercure : une dissolution de 28^{cc} avait absorbé, au bout de six heures seulement, 4^{cc} environ de gaz. Cette absorption était due, je pense, à une oxydation de la solution par le gaz lui-même, et à la légère solubilité du bioxyde d'azote. Du reste, en faisant passer de l'oxyde nitrique bien exempt de vapeur nitreuse dans une dissolution bien privée d'air, j'ai constaté qu'au bout de très peu de temps la potasse précipitait de la solution non pas de l'oxyde noir mais du peroxyde de fer. Il semble donc résulter de ces expériences que le bioxyde d'azote réagit comme oxydant. Je reviendrai, du reste, plus tard sur cette réaction.

» *Action du vide sur le précipité qui donne la potasse dans la solution des sels* $Fe^2Cl^4.AzO$ *et* $5Fe^2Cl^4.AzO$. — Si, comme nous l'avons dit précédemment, on précipite un de ces sels par la potasse, on obtient un précipité qui, après quelques instants, reste noir. Si on soumet, comme l'a fait M. Gay, ce précipité à l'action du vide, on peut constater un dégagement gazeux très net et très abondant. Ce gaz est formé par de l'azote pur ou presque pur.

» Toutes les propriétés que j'ai mentionnées semblent donc indiquer une différence très nette entre les composés obtenus par M. Gay à l'état de dissolution, et les corps que j'ai préparés par voie sèche. Il faudrait peut-être chercher dans la formation d'hydrates l'explication de ces phénomènes. »

CHIMIE. — *Sur quelques phosphures alcalins*. Note de M. C. **Hugot**.

« M. Joannis a obtenu des alliages bien définis du sodium ou du potassium avec d'autres métaux, en étudiant l'action de ces métaux sur le sodammonium et le potassammonium dissous dans un excès d'ammoniac liquéfié [1]. Une méthode analogue peut être employée dans la recherche de combinaisons du phosphore avec les métaux alcalins.

---

(1) M. A. Joannis, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 795.

» Du gaz ammoniac pur est liquéfié dans un récipient R en verre, muni de deux robinets et rempli de soude récemment fondue. Au contact de ce corps, l'ammoniac liquéfié se déshydrate complètement. Le réservoir à ammoniac est relié d'une part à un manomètre à mercure, de l'autre à l'appareil où s'effectuera la réaction. Sur la petite branche du manomètre est soudé un tube à robinet, permettant de recueillir sur une cuve à mercure les gaz dégagés pendant l'expérience.

» L'appareil dans lequel s'effectue la réaction du phosphore sur les ammoniums alcalins est tout entier en verre. Il présente sensiblement la forme d'un H, dont les parties verticales sont constituées par deux tubes larges A et B, et la partie horizontale par un tube étroit contenant un tampon d'amiante ou de coton de verre sec. Les extrémités inférieures des deux tubes A et B sont effilées et peuvent être, pour les pesées, fermées par des bouchons de liége. L'extrémité supérieure du tube B porte un tube muni d'un robinet, celle de A communique avec le réservoir décrit plus haut.

» Voici la marche d'une expérience :

» L'appareil étant séché avec soin, on met en communication le réservoir R avec le tube A. Un courant de gaz ammoniac traverse l'appareil et chasse complètement l'air qu'il renferme. On sépare du réservoir l'appareil ainsi rempli de gaz ammoniac et l'on en fait la tare.

» On introduit successivement dans le tube A un morceau de phosphore rouge et un globule de métal alcalin, en pesant chaque fois comme précédemment l'appareil rempli de gaz ammoniac. Les poids de phosphore et du métal alcalin étant ainsi connus, on ferme à la lampe les extrémités inférieures des deux tubes A et B.

» On rétablit la communication entre le réservoir R et le tube A plongé dans un mélange réfrigérant; l'ammonium alcalin se forme et se dissout dans l'excès d'ammoniac liquide. Le phosphore, sans action sur le métal solide à la température ordinaire, réagit au contraire sur cette dissolution. La liqueur, d'abord mordorée, devient lentement verdâtre, puis prend une couleur rouge foncé, qui rappelle celle du brome.

» Pendant cette réaction, et surtout au début, il se dégage de l'hydrogène, par suite de la décomposition du potassammonium et du sodammonium, signalée par M. Joannis (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 392). Cet hydrogène est recueilli sur la cuve à mercure.

» Après plusieurs jours de repos, l'appareil étant maintenu dans la glace fondante, on fait passer le liquide rouge, en inclinant l'appareil du tube A dans le tube B, à travers le tampon de coton de verre, qui retient le phosphore non attaqué. Ce résidu est lavé par des distillations répétées d'ammoniac liquéfié.

» On fait dégager peu à peu l'ammoniac; le liquide rouge, en s'évaporant à 0°, abandonne une masse amorphe rouge orangé. Quand le dégagement est terminé, on sépare à la lampe le tube B du tube A et l'on pèse l'excès de phosphore restant dans ce dernier. La quantité d'amidure est fournie par la mesure de l'hydrogène dégagé. Connaissant l'accroissement de poids de l'appareil ATB, on en déduit, par différence avec la quantité d'ammoniac correspondant à l'amidure, la quantité d'ammoniac que contient le corps rouge. Le poids du métal alcalin employé doit également subir une correction par suite de la décomposition, indiquée plus hant, de l'ammonium alcalin en amidure et hydrogène.

» Dans le cas du potassium, le composé rouge correspond à la formule $P^5K.3AzH^3$.

» Chauffé progressivement vers 180°, il perd tout le gaz ammoniac qu'il renferme et abandonne une masse rouge brun P^5K.

» Ce phosphure et le phosphure ammoniacal $P^5K.3AzH^3$ ne peuvent être obtenus à l'état de pureté, l'amidure de potassium AzH^2K étant comme eux soluble dans un excès d'ammoniac liquéfié (1). Par suite, une analyse ultérieure de ces produits fournirait des nombres moins exacts que ceux qui résultent de leur préparation même.

» Dans le cas du sodium, la même difficulté ne se présente pas, l'amidure AzH^2Na étant insoluble dans l'ammoniac liquéfié et pouvant être facilement séparé par filtration de la liqueur rouge dans une atmosphère d'ammoniac. Le produit obtenu est un phosphure ammoniacal P^3Na, $3AzH^3$, perdant lui aussi tout son ammoniac vers 180° pour donner le phosphore de sodium P^3Na. Ces formules résultent des poids de phosphore, de sodium et d'ammoniac employés dans la préparation, comme aussi de l'analyse ultérieure par la méthode ordinaire des produits obtenus.

» Ces deux phosphures P^5K et P^3Na, dont la préparation vient d'être indiquée, sont décomposés par l'air humide avec dégagement de phosphure d'hydrogène. L'action de la chaleur et des acides sur ces composés fera l'objet d'une prochaine Communication.

» Quand on fait agir le phosphore rouge sur un excès d'ammonium alcalin, on n'obtient plus les composés précédents, mais de nouveaux phosphures que j'étudie en ce moment (2). »

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs spécifiques des acides formique et acétique surfondus. Modifications à apporter au thermocalorimètre de Regnault, en vue de la détermination des chaleurs spécifiques d'un grand nombre de liquides surfondus.* Note de MM. **Massol** et **Guillot**.

« Au cours des recherches sur les chaleurs spécifiques des acides de la série grasse, nous avons été amenés à employer le thermocalorimètre de Regnault, et cet instrument nous a paru particulièrement commode pour déterminer les chaleurs spécifiques des corps à l'état de surfusion. En effet, le thermocalorimètre restant immobile, et le refroidissement s'effectuant

---

(1) M. A. Joannis, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 392.

(2) Travail fait au Laboratoire de Chimie industrielle de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

très lentement, l'on réunit les conditions physiques pour observer ce phénomène.

» Nous donnons ci-dessous, sous forme de Tableau, les chaleurs spécifiques de l'acide formique et de l'acide acétique à diverses températures.

Acide formique (Point de fusion = + 7°,5).

Limites de température.	Température moyenne.	État.	Chaleur spécifique.	Observateurs
0° — 100°	50°	liquide	0,518	Petterson
20 — 80	50	»	0,517	M. et G.
0 — 47	23,5	»	0,512	Petterson
3 — 26	15,5	liquide et surfondu	0,514	M. et G.
3 — 7	50	surfondu	0,544	M. et G.
— 5 + 5	0	solide	0,656	M. et G.

Acide acétique (Point de fusion = + 16°,5).

Limites de température.	Température moyenne.	État.	Chaleur spécifique.	Observateurs.
26° — 76°	61°	liquide	0,522	Berthelot
0 — 100	50	»	0,497	Petterson
21 — 52	37,5	»	0,493	Marignac
15 — 00	17,5	»	0,462	Regnault
12 — 21	16,5	liquide et surfondu	0,473	M. et G.
4 — 8	6	solide	0,618	M. et G.

» Les déterminations à l'état liquide, surfondu et solide, ont été effectuées dans les mêmes conditions et avec le même instrument; chaque chiffre donné est la moyenne de 15 à 20 expériences.

» 1° Les chaleurs spécifiques à l'état *solide* sont de beaucoup supérieures aux chaleurs spécifiques à l'état *liquide*.

» 2° La chaleur spécifique à l'état liquide diminue avec la température.

» 3° A l'état de surfusion, la chaleur spécifique augmente légèrement, mais reste dans l'ordre des chaleurs spécifiques à l'état liquide.

» Il en résulte que, l'ensemble des résultats étant représenté sur du papier quadrillé, les chaleurs spécifiques étant portées sur l'axe des y et les températures sur l'axe des x, l'on obtiendrait une courbe dont le minimum correspondrait au point de fusion, qui se relèverait rapidement pour l'état solide, et croîtrait au contraire lentement pour l'état liquide.

» Ces résultats sont conformes à ceux que M. L. Bruner vient de pu-

blier (¹) pour le thymol et le paracrésol et pour lesquels la chaleur spécifique à l'état surfondu est de l'ordre des chaleurs spécifiques à l'état liquide. Le thymol lui a fourni un minimum et se comporte, par conséquent, comme les acides acétique et formique; mais il n'en est pas de même pour le paracrésol.

» Nous rappellerons enfin que M. Martinetti, qui a étudié l'eau surfondue jusqu'à $-6°$, a reconnu également que la chaleur spécifique du liquide surfondu se rapproche de celle de l'eau liquide et diffère, par conséquent, de celle de la glace.

» Le thermo-calorimètre de Regnault, tel qu'on le construit, ne peut servir que pour des intervalles de température compris entre 0° et 25° et doit se refroidir dans une enceinte à 0°; aussi, les substances que cet instrument permet d'étudier à l'état de surfusion sont-elles peu nombreuses. Il serait cependant facile d'étendre le champ des observations en construisant l'appareil sur le modèle du thermomètre à déversement de Walferdin, et remplaçant l'alcool par un liquide bouillant à une température plus élevée (mercure ou acide sulfurique); on ferait alors refroidir dans des enceintes chauffées à des températures constantes, mais pouvant être prises en des points différents de l'échelle thermométrique. Il y a là une série intéressante de recherches, que nous nous proposons d'effectuer dès que nous aurons entre les mains un thermo-calorimètre construit dans les conditions que nous venons d'indiquer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation synthétique d'alcools nitrés.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Friedel.

« J'ai continué l'étude de l'action des paraffines nitrées sur les aldéhydes aliphatiques (²).

» J'examinerai dans cette Communication ce qu'il en est du méthanal (³) dans ses relations avec le *nitro-méthane* $H^3C-(AzO^2)$, le *nitro-éthane* $H^3C-CH^2(AzO^2)$ et le *nitro-propane* secondaire $H^3C-CH(AzO^2)-CH^3$, les trois types fondamentaux des paraffines nitrées actives.

(¹) L. Bruner, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 912.

(²) Voir *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1265.

(³) Il n'est question que de la solution aqueuse à 40 pour 100 du méthanal de la maison Mercklin et Lösetrann, de Hanovre.

» A. *Nitro-méthane* H^3C-AzO^2. — Le cas le plus simple est celui de la réaction de trois molécules de méthanal sur une seule de nitro-méthane.

» Les deux liquides se dissolvent l'un dans l'autre. L'introduction de quelques petits fragments de carbonate bipotassique détermine une réaction instantanée et très vive; la masse s'échauffe rapidement et, à la fin, entre en ébullition. Il est bon de refroidir.

» Le liquide refroidi est devenu plus ou moins épais, tout en restant incolore.

» Abandonné, dans le vide, sur l'acide sulfurique, il se prend après quelques jours en une masse cristalline, qui n'est autre chose que le *nitro-butane tertiaire trihydroxylé* $(AzO^2)C-(CH^2-OH)^3$.

$$H^3C-AzO^2+3CH^2O=(AzO^2)C-(CH^2-OH)^3.$$

» Le rendement est intégral. Dans une opération où j'avais mis en action, en deux fois, 20^{gr} de nitro-méthane et 75^{gr} de $H^2C=O$ aqueux à 40 pour 100, j'ai recueilli 50^{gr} de produit, c'est-à-dire la totalité.

» La réaction du nitro-méthane, dans ces conditions, a donc été poussée jusqu'au bout, et l'on a passé ainsi de l'étage C^1 à l'étage C^4, en un saut, du moins en apparence.

» La glycérine *nitro-isobutylique triprimaire* $(AzO^2)C-(CH^2-OH)^3$ ainsi formée constitue un beau corps solide, blanc, cristallisant en aiguilles ou en grands prismes et doué, comme la généralité des dérivés renfermant un atome de carbone $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-$, sans hydrogène, d'une grande aptitude à prendre l'état cristallin.

» Ce corps se dissout aisément dans l'eau, l'alcool méthylique, éthylique, etc., l'acétone; il est moins soluble dans l'éther. Sa saveur est fraîche, légèrement amère. Il fond à 158°-159° en tube étroit. Inutile d'ajouter qu'il n'est pas volatilisable.

» J'ai vainement tenté jusqu'ici d'obtenir, dans un état propre à l'analyse, les dérivés

$$\begin{array}{l} H^2C-OH \\ H^2\overset{|}{C}-AzO^2 \end{array} \quad \text{et} \quad (AzO^2)CH-(CH^2-OH)^2$$

qui devraient être les produits de la réaction de *une* ou de *deux* molécules de méthanal sur le nitro-méthane. C'est la *glycérine nitro-isobutylique* $(AzO^2)C-(CH^2-OH)^2$ qui se forme de préférence. On sait que l'alcool nitro-éthylique $(HO)CH^2-CH^2(AzO^2)$ ne se prête pas à la distillation même sous pression raréfiée.

» B. *Nitro-éthane* $H^3C-CH^2(AzO^2)$. — J'examinerai encore tout d'abord le cas le plus simple, celui de la réaction de deux molécules de méthanal sur une seule de nitro-éthane. Le nitro-éthane surnage la dissolution aqueuse du méthanal; l'introduction de quelques fragments menus de K^2CO^3 détermine la réaction; l'échauffement, lent d'abord, s'accélère après quelques instants; vers 35°, tout se dissout; la masse s'échauffe

de plus en plus et se met à bouillir; il est bon de refroidir; le thermomètre marque environ 85°. Le liquide reste incolore. Par évaporation spontanée dans une capsule à fond plat, il laisse déposer des cristaux d'une parfaite blancheur.

» Le produit de la réaction est le *nitro-butane tertiaire bihydroxylé biprimaire* $(AzO^2)-C\langle^{(CH^2-OH)}_{CH^3}$ $H^3C-CH^2(AzO^2)+2CH^2O=(AzO^2)C\langle^{(CH^2-OH)^2}_{CH^3}$.

» Le rendement de l'opération est intégral ou à peu près; 10gr de nitro-éthane, par leur addition au méthanal, devaient me fournir 18gr de produit. J'en ai recueilli 16.

» Le *glycol isobutylique mononitré tertiaire* $(AzO^2)C\langle^{(CH^2OH)^2}_{CH^3}$ ainsi préparé constitue un beau corps solide, d'une parfaite blancheur, très dur. Il cristallise de l'eau ou de l'alcool méthylique en cristaux de grande dimension. Il est aisément soluble dans l'eau, les alcools méthylique, éthylique, etc., l'acétone; il est relativement peu soluble dans l'éther. Sa saveur est fraîche et légèrement amère. Il fond en tube étroit à 139°-140°.

» C. *Nitro-propane secondaire* $(AzO^2)HC\langle^{CH^3}_{CH^3}$. — Ce corps ne peut réagir sur le méthanal qu'une seule fois. On prend de ces composés des quantités équimoléculaires. Le nitro-propane surnage la solution aqueuse du méthanal. Sa réaction est moins vive et plus lente que celle du nitro-éthane et surtout que celle du nitro-méthane. Le carbonate bipotassique ne détermine qu'un échauffement de 10° à 15°; l'introduction d'un petit fragment de potasse caustique détermine, dans la masse que l'on agite, une réaction plus vive; le thermomètre marque jusqu'à 53° environ. Le produit liquide surnage; abandonné à l'évaporation spontanée dans un vase à fond plat, il se prend, après quelques jours, en une masse cristalline feuilletée. C'est *l'alcool isobutylique mononitré tertiaire* $(AzO^2)C\langle^{(CH^3)^2}_{CH^2-OH}$.

» Cristallisé dans l'éther ou dans l'alcool méthylique, ce corps constitue des aiguilles ou des lamelles d'une parfaite blancheur, fusibles à 82° en tube étroit. Sa saveur est fraîche et légèrement amère. Il est aisément soluble dans les alcools méthylique et éthylique, dans l'acétone, etc. Il est moins soluble dans l'eau, mais plus soluble dans l'éther que les précédents.

» On voit donc à l'évidence que la capacité réactionnelle, vis-à-vis du méthanal, du *nitro-méthane*, du *nitro-éthane* et du *nitro-isopropane*, correspond au nombre d'atomes d'hydrogène renfermés dans le système carbonitré $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-(AzO^2)$.

» Je n'ai pas eu à ma disposition du *nitro-butane tertiaire*

$$(AzO^2)-C-(CH^3)^3$$

pour en constater l'inertie sur le méthanal et les aldéhydes en général. Cette inertie ne peut d'ailleurs être l'objet d'aucun doute.

» Les trois composés *nitro-alcooliques* que je viens de faire connaître

constituent la série d'*hydroxylation* complète du nitro-butane tertiaire

$$(AzO^2)C-(CH^3)^3,$$
$$(AzO^2)C\begin{cases}CH^2(OH)\\(CH^3)^2\end{cases},$$
$$(AzO^2)C\begin{cases}[CH^2(OH)]^2\\CH^3\end{cases},$$
$$(AzO^2)C-[CH^2(OH)]^3.$$

» Ces trois corps ont la même saveur fraîche et amère, propriété qui tient évidemment au système $(NO^2)C\begin{cases}CH^2-OH\\ \end{cases}$. Tous les trois sont solubles dans l'eau et leur solubilité va en augmentant avec leur richesse en hydroxyle — OH. On remarquera enfin la régularité qui se constate dans leur fusibilité relative, laquelle diminue à partir du nitro-butane tertiaire à mesure que l'hydroxylation est plus complète.

	Fusion.	
$(AzO^2)C-(CH^3)^3$	24°	
		+ 58°
$(AzO^2)C\begin{cases}CH^2.O\\(CH^3)^2\end{cases}$	82°	
		+ 58°
$(AzO^2)C\begin{cases}(CH^2-OH)^2\\CH^3\end{cases}$	140°	
		+ 18°
$(AzO^2)C-(CH^2-OH)^3$	158°	

» La propriété du méthanal de se condenser avec les parafines nitrées, renfermant le système $\overset{|}{\underset{|}{H C}}(AzO^2)$, ne semble être qu'un cas particulier d'une réaction générale. J'ai constaté, en effet, que, sous l'action du carbonate bipotassique ou des alcalis, le méthanal et les aldéhydes voisines dans la série s'ajoutent aisément avec d'autres corps renfermant le système $\overset{|}{\underset{|}{HC}}-$ où l'hydrogène fixé sur le carbone possède le caractère *basique;* il en est ainsi notamment du cyano-acétate d'éthyle, du malonate d'éthyle, de l'acétylo-acétate d'éthyle, du malonitrile et de leurs dérivés alcoylés, du méthine-tricarbonate d'éthyle $HC-(CO.OC^2H^5)^3$. Je continue mes recherches dans cette direction. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation de l'acide campholénique inactif.* Note de M. A. Béhal, présentée par M. Friedel.

« L'oxydation de l'acide campholénique actif au moyen de l'acide azotique a déjà été réalisée par MM. Kachler et Spitzer qui ont trouvé comme

produits formés : de l'acide nitrocampholénique, de l'acide hydroxycamphoronique, de l'acide oxalique et de l'acide carbonique (*Monatshefte*, 4, 643). Ni la constitution de l'acide nitrocampholénique, ni celle de l'acide hydroxycamphoronique ne sont connues, de sorte que ces produits ne peuvent servir à déterminer la constitution du camphre. J'ai pensé qu'il était utile de reprendre ces expériences et j'ai oxydé l'acide campholénique inactif; j'espérais ainsi faciliter la séparation des produits de l'oxydation en me mettant à l'abri des corps actifs qui peuvent se former, à côté des racémiques, dans l'oxydation de l'acide campholénique actif.

» L'oxydation a été réalisée au moyen de l'acide azotique, dans des conditions que j'indiquerai tout à l'heure.

» Le premier produit est une nitrosocampholénolactone qui, par oxydation ultérieure, se transforme dans le corps désigné sous le nom d'*acide campholénique*.

» Nous avons étudié, M. Blaise et moi, ces deux corps, et nous aurons l'honneur prochainement de communiquer à l'Académie les résultats que nous avons obtenus.

» Ces deux corps disparaissent complètement par une oxydation ultérieure et l'on retrouve un acide tribasique $C^9H^{12}O^6$ identique à l'acide hydroxycamphoronique, deux acides bibasiques : l'un répondant à la formule $C^7H^{12}O^4$, l'autre à la formule $C^6H^{12}O^4$; enfin un acide monobasique, l'acide isobutyrique.

» Je décrirai d'abord les méthodes employées pour l'oxydation et pour la séparation des acides formés, je relaterai ensuite les essais tentés pour arriver à leur identification.

» *Oxydation.* — On prend 2^{lit} d'acide nitrique de densité $= 1,27$ et 150^{gr} d'acide campholénique (1).

» On introduit l'acide nitrique avec 25^{gr} d'acide campholénique dans un ballon muni d'un long col et surmonté d'un réfrigérant à reflux. On le place sur un bain de sable et l'on chauffe. L'acide se teint peu à peu en vert, puis en bleu et brusquement il se dégage des torrents de vapeurs nitreuses. On éteint alors le feu et on laisse la réaction se calmer, puis on ajoute de nouveau 25^{gr} d'acide campholénique; la réaction recommence d'elle-même et l'on continue dans les mêmes conditions l'addition de l'acide jusqu'à épuisement des 150^{gr}. On chauffe ensuite à l'ébullition jusqu'à décoloration complète, ce qui exige environ 72 heures. On laisse refroidir, on neutralise par la soude et l'on réduit le liquide à un petit volume par évaporation à feu nu. On laisse refroidir de nouveau; on sépare le dépôt de nitrate de sodium, on l'essore et on le

(1) Ce sont les doses et le titre de l'acide utilisé pour la préparation de l'acide camphorique.

lave avec un peu d'eau, puis on ajoute à la liqueur neutre une quantité d'acide nitrique supérieure à celle qui est nécessaire pour mettre les acides en liberté. On épuise au moyen de l'éther (trois ou quatre fois le volume du liquide à épuiser). On sèche l'éther sur le chlorure de calcium et on le distille. Le résidu sirupeux cristallise du jour au lendemain.

» *Séparation des acides.* — Après quelques expériences préliminaires, je me suis arrêté au procédé utilisé par Bredt pour étudier les résidus de l'oxydation du camphre.

» J'ai réuni les produits provenant de l'oxydation de 750gr d'acide solide, qui avaient donné 450gr d'acides. Je les ai dissous dans 450gr d'alcool absolu et j'ai saturé à froid par l'acide chlorhydrique.

» J'ai observé un fait assez curieux et qui pourrait peut-être mener à une séparation des acides mono, bi et tribasiques. En effet, l'acide isobutyrique existant dans le mélange était passé tout entier à l'état d'éther; les acides bibasiques étaient en partie à l'état d'éthers neutres, en partie à l'état d'éthers acides, une des fonctions acides restant libre; enfin l'acide tribasique n'était pas éthérifié du tout. La liqueur alcoolique a été traitée par l'eau; il s'est séparé une couche d'éther pesant 450gr. Cet éther, lavé avec une solution aqueuse de bicarbonate de sodium, lui a cédé un produit précipitable par les acides et soluble dans les alcools. C'est un acide bibasique dont une seule des fonctions acides était éthérifiée. Enfin la liqueur aqueuse, épuisée à l'éther, a donné un acide qui n'est autre que l'acide hydroxycamphoronique.

» Le mélange des éthers est lavé avec une solution aqueuse de bicarbonate de sodium, séché, puis distillé à la pression ordinaire; dans ces conditions, il passe sans altération.

» Les premières portions donnent, avec un peu d'alcool entraîné, de l'isobutyrate d'éthyle bouillant vers 110°, puis le thermomètre monte très rapidement et presque tout le produit passe de 227° à 240° en laissant un résidu de 15gr.

» On fractionne de nouveau la portion bouillant de 227° à 240° en trois parties que l'on saponifie séparément.

» La portion possédant le point d'ébullition 235° à 238° donne un acide très soluble dans l'eau, dans le benzène, dans l'éther et cristallisant dans un mélange de benzène et de ligroïne. Cet acide fond à 83°,5; sa composition centésimale conduit à la formule $C^7H^{12}O^4$. Il donne un sel de calcium cristallisant avec 3 molécules d'eau $C^7H^{10}O^4Ca + 3H^2O$. Ce sel, très bien cristallisé, appartient au système orthorhombique; en lumière polarisée les extinctions sont rigoureusement parallèles à l'axe du prisme.

» La zone du prisme a donné, pour les angles des normales :

$$mh^1 = 16°,30, \quad mm = 33°, \quad mg = 73°,30, \quad h^1a^1 = 60°, \quad a^1a^1 = 60°.$$

Ces prismes sont très aplatis.

» 100cc de la dissolution contiennent : à 22°, 0gr,932; à 27°, 0gr,957 de sel anhydre.

» L'acide chauffé seul perd de l'eau et donne un anhydride bouillant vers 270° et fondant à 38°,5. Le chlorure d'acétyle donne, avec l'acide, ce même anhydride. L'anhydride sec ne reprend pas à l'air l'eau nécessaire à son retour à l'acide, mais soumis à l'ébullition avec de l'eau il régénère l'acide fusible à 83°,5. Le sel de calcium régénère également l'acide fusible à 83°,5.

» L'anhydride en solution benzénique réagit sur l'aniline pour donner un dérivé phénylamidé $C^6H^{11}O^2 - CO - AzH - C^6H^5$, cristallisant très bien dans l'alcool aqueux et fusible à 146°. Distillé il perd de l'eau et donne le dérivé phénylimidé (anile) $C^5H^{10}\langle{CO \atop CO}\rangle Az - C^6H^5$, fusible à 121°,5. Ce dérivé est beaucoup moins soluble que l'autre dans l'alcool concentré; de plus il est neutre et par conséquent facile à séparer à l'état de pureté.

» Ces caractères n'appartiennent à aucun des acides $C^7H^{12}O^4$ déjà connus. Comme tous les acides succiniques correspondant à cette formule sont connus, il est probable qu'on se trouve en présence d'un dérivé glutarique. Je me propose d'établir expérimentalement cette formule.

» Les portions de l'éther passant vers 230°, saponifiées puis transformées en anhydride, donnent une fraction peu importante passant vers 220°. Celle-ci fournit l'acide $C^6H^{10}O^4$, fusible à 144°, et très soluble dans l'eau. Son anhydride bout vers 220°; son dérivé phénylamidé fond à 185°; son dérivé phénylimidé à 86°.

» Ces caractères ne permettent pas de l'identifier avec un acide connu.

» L'acide tribasique obtenu fond à 167°-168°; il est très peu soluble dans le benzène; il distille en se décomposant et répond à la formule $C^9H^{14}O^6$. La formule et ses propriétés permettent de l'identifier au corps désigné sous le nom d'*acide hydroxycamphoronique*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des matières albuminoïdes végétales.* Note de M. E. **Fleurent**, présenté par M. Schützenberger.

« Dans deux précédentes Communications [1] j'ai fait connaître les premiers résultats obtenus par l'action de l'hydrate de baryte, en vase clos, 1° sur le gluten, la caséine et la fibrine végétales, la légumine et l'albumine végétales; 2° sur les acides aspartique et glutamique. J'ai approfondi

---

(1) *Comptes rendus*, 4 décembre 1893 et 16 juillet 1894.

l'étude de ces réactions diverses (¹) et je demande la permission d'en présenter à l'Académie les conclusions les plus intéressantes.

» Tout d'abord, le rapport entre les quantités dosées et calculées d'azote ammoniacal m'a permis de séparer les matières protéiques végétales étudiées en deux groupes distincts :

» 1er groupe : gluten, caséine et fibrine végétales pour lesquels on a l'inégalité $\frac{\text{Azote dosé}}{\text{Azote calculé}} > 1$;

» 2e groupe : légumine, albumine végétale pour lesquelles l'inégalité devient $\frac{\text{Azote dosé}}{\text{Azote calculé}} < 1$.

» Si, dans le premier groupe, on choisit le gluten, dans le second la légumine, par exemple, on peut représenter la réaction de la baryte sur chacun de ces composés par les équations suivantes :

$$\underbrace{C^{216}H^{364}Az^{56}O^{79}}_{\text{Gluten.}} + 49H^2O$$
$$= 16AzH^3 + 3CO^2 + 3C^2H^2O^4 + 4C^2H^4O^2 + \underbrace{C^{199}H^{392}Az^{40}O^{102}}_{\text{Résidu fixe.}}.$$

$$\underbrace{C^{212}H^{360}Az^{53}O^{85}}_{\text{Légumine.}} + 50H^2O$$
$$= 18AzH^3 + 4CO^2 + 6,5C^2H^2O^4 + 5,5C^2H^4O^2 + \underbrace{C^{184}H^{371}Az^{35}O^{90}}_{\text{Résidu fixe.}}.$$

» Le résidu fixe du gluten est formé en majeure partie par un mélange de tyrosine, de leucine caproïque, et de la leucéine $C^4H^7AzO^2$; le résidu fixe de la légumine, obtenu par M. Bleunard, est un mélange de tyrosine, d'alanine, butalanine et de différentes glucoprotéines.

» Donc les matières albuminoïdes végétales et animales se comportent de la même façon : la quantité d'eau nécessaire à l'hydratation se fixe : 1° sur des groupements spéciaux pour donner naissance à l'ammoniaque et aux acides carbonique, oxalique et acétique ; 2° sur un noyau particulier pour donner naissance au résidu fixe. Quelles sont, par comparaison avec les matières albuminoïdes animales, d'une part la forme du noyau, d'autre part la nature des groupements contenus dans les matières végétales?

» 1° *Forme du noyau.* — Les formules des résidus fixes, ramenées à leur

---

(¹) *Thèse de doctorat,* 29 juin 1895.

plussimple expression, sont :

Gluten..................	$C^{10}H^{20}Az^2O^{5,1}$
Légumine...............	$C^{10,5}A^{21,2}Az^2O^{5,14}$

soit une expression générale de la forme $C^nH^{2n}Az^2O^5$.

» Pour les matières albuminoïdes animales cette expression est $C^nH^{2n}Az^2O^4$. La forme du noyau est donnée en soustrayant de la molécule initiale le polynome qui forme la première partie du second membre des équations de réaction, diminué d'un nombre de molécules d'eau égal au nombre de molécules d'ammoniaque mises en liberté, en tenant compte que l'hydratation de l'urée donne 1 molécule de CO^2 pour 2 molécules de AzH^3. C'est pour le gluten, par exemple, la soustraction suivante à effectuer :

$$C^{216}H^{364}Az^{56}O^{79} - [(16AzH^3 + 3CO^2 + 3C^2H^2O^4 + 4C^2H^4O^2) - (16H^2O - 3H^2O)].$$

» Toutes les matières albuminoïdes végétales étudiées ont donné, après avoir ramené la formule trouvée à sa forme la plus simple, une expression de la forme générale $C^nH^{2n-4}Az^2O^3$. Si l'on se rappelle que M. Schützenberger a fixé, pour le noyau de l'albumine de l'œuf et de ses congénères, la forme $C^nH^{2n-4}Az^2O^2$, on voit que le noyau des matières végétales analogues en diffère par un atome d'oxygène en plus.

» Ce noyau fixe, dans tous les cas, autant de molécules d'eau qu'il contient d'atomes d'azote, suivant l'équation générale

$$x(C^nH^{2n-4}Az^2O^3) + 2xH^2O = x(C^nH^{2n}Az^2O^5).$$

» Cette fixation d'eau se fait, comme pour les matières animales, en deux temps distincts : le noyau des matières albuminoïdes végétales est donc encore un mélange de composés imidés que l'hydratation transforme en un mélange d'acides amidés.

» 2° *Constitution des groupements spéciaux.* — Dans une première étude, j'ai démontré que l'acide glutamique, chauffé avec l'hydrate de baryte, se décompose en donnant de l'ammoniaque, mais sans donner naissance à des composés insolubles, carbonate et oxalate de baryte. J'ai annoncé que, dans les mêmes conditions de réaction, l'acide aspartique se dédouble, en produisant de l'ammoniaque et des acides oxalique, succinique et acétique ; l'étude suivie de cette réaction m'a permis de conclure qu'elle se

passe suivant l'équation

$$2C^4H^7AzO^4 + 2H^2O = 2AzH^3 + C^2H^2O^4 + C^2H^4O^2 + C^4H^6O^4.$$

» Ces réactions établissent nettement que c'est à la présence : 1° dans le gluten, la caséine et la fibrine végétales, d'un groupement *glutamine*; 2° dans la légumine et l'albumine végétale, d'un groupement *asparagine*, qu'est due, dans ces deux cas, la rupture du rapport $\frac{\text{Az dosé}}{\text{Az calculé}} = 1$, que M. Schützenberger a trouvé pour les matières albuminoïdes animales. Ces dernières diffèrent donc encore des matières protéiques végétales par la présence dans la constitution moléculaire de celles-ci des groupements *glutamine* et *asparagine* qui n'existent pas dans celles-là.

» D'ailleurs, ce sont ces groupements qui subissent, les premiers, la réaction d'hydratation et donnent naissance à l'ammoniaque que l'on recueille, à la pression normale, par l'ébullition du gluten et de la légumine avec les alcalis, sans qu'on observe concurremment formation des acides carbonique et oxalique ([1]). »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Influence de la respiration sur le tracé volumétrique des membres*. Note de MM. **A. Binet** et **J. Courtier** ([2]).

« Nous avons employé pour nos recherches les nouveaux appareils pléthysmographiques en caoutchouc de MM. Hallion et Comte ([3]). Nous avons cherché à comprendre, au moyen de diverses expériences, comment la respiration agit sur le tracé volumétrique de la main. Voici le résumé très bref de nos observations et conclusions.

» 1. Pendant la respiration normale, il se produit très nettement, chez quelques sujets, des oscillations du tracé volumétrique, comprenant une dilatation, puis une constriction. La dilatation commence vers le milieu de l'inspiration et la constriction a lieu pendant l'expiration. Ces deux phénomènes ne s'expliquent donc pas par la pression de l'air dans les poumons, puisque la dilatation a lieu au moment où la pression est faible. Nous pensons que ces phénomènes ont une origine purement physiologique.

» 2. Une inspiration brusque et profonde, suivie d'une expiration

---

([1]) Ce Travail a été fait au laboratoire de M. Aimé Girard au Conservatoire des Arts et Métiers.

([2]) Travail du laboratoire de Psychologie physiologique des Hautes Études.

([3]) Pour la description de l'appareil, voir *l'Année psychologique*, p. 296; 1895.

brusque et profonde, produit une vaso-dilatation légère, suivie d'une vaso-constriction très accentuée. Pas plus que la précédente, cette double modification ne peut s'expliquer par des raisons mécaniques, parce que la dilatation commence pendant l'inspiration.

» 3. Si l'on fait des respirations très lentes et assez profondes, les vaso-dilatations, non seulement commencent pendant l'inspiration, mais peuvent même se terminer avant que l'expiration commence : troisième raison pour admettre que ces oscillations respiratoires ne sont pas l'effet unique des changements de pression dans l'air du thorax.

» 4. Une inspiration brusque, les narines closes, produit, comme phénomène initial, une vaso-dilatation, quoiqu'elle ait pour effet mécanique de diminuer la pression de l'air dans la poitrine. La vaso-dilatation se produit souvent avec effacement du pouls. Toutes ces observations nous conduisent à admettre que, en tant qu'acte physiologique, la respiration produit, par action réflexe, un double phénomène de vaso-dilatation et de vaso-contriction.

» D'autre part, il y a des raisons pour admettre que la pression de l'air dans les poumons ajoute son effet mécanique à l'action réflexe qui accompagne la respiration. Cet effet mécanique nous paraît bien visible dans les deux conditions suivantes :

» 5. Quand on fait une inspiration profonde, suivie d'une expiration prolongée, l'oscillation physiologique se produit avec l'inspiration et se termine pendant cette phase. Au moment de l'expiration, il se produit une seconde oscillation, plus lente, qui nous paraît être due à l'effet mécanique de la pression de l'air sur les artères et veines du thorax.

» 6. Quand, au lieu de faire une expiration prolongée, on se maintient en inspiration, l'oscillation supplémentaire, que nous venons de signaler au n° 5, se produit encore, mais avec un caractère un peu différent : ce n'est pas une oscillation arrondie, c'est un plateau de dilatation, ce qui tient à ce que la pression de l'air pendant l'arrêt reste constante, au lieu de décroître graduellement comme dans le cas d'une expiration prolongée. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Modifications de la chaleur rayonnée produites par la faradisation.* Note de M. **L. Lecercle**, présentée par M. Bouchard.

« Dans son livre, *La chaleur animale*, le professeur Richet signale les énormes élévations de température rectale chez des chiens soumis à la

faradisation généralisée. Il dit aussi qu'il est impossible d'observer de pareilles hyperthermies chez le lapin. Cela se comprendrait facilement si, conformément à la théorie de M. Chauveau, il y avait successivement transformation de l'énergie électrique en énergie physiologique, puis transformation de celle-ci en énergie calorifique rayonnante.

» Pour observer les modifications dans la chaleur rayonnée par nos lapins, nous n'avons pas cherché à obtenir un tétanos généralisé; nous avons concentré l'action du courant faradique sur une surface cutanée richement innervée.

» L'arrière-train d'un lapin ayant été rasé, nous fixions à la racine des cuisses deux électrodes rectangulaires de 25^{cq}, séparées de la peau par des éponges bien mouillées, et reliées au pôle négatif d'une bobine d'induction. Le pôle positif communiquait avec une électrode de 20^{cq}, maintenue de la même façon sur la région lombaire.

» Notre bobine était la bobine normale à chariot de Dubois-Reymond (bobine inductrice 1,25 ohms, bobine induite 254 ohms). Le courant qui l'animait était le courant continu de la ville, sous une intensité de 0,60 ampère et un potentiel de 0,75 volt, ou bien le courant de trois accumulateurs ayant un potentiel de 3 volts pour une intensité de 2,4 ampères. L'interrupteur était tantôt un électro-diapason de 50 V. D., tantôt un électro-diapason de 100 V. D.

» La chaleur rayonnée s'appréciait au moyen des indications d'un thermomètre dont le réservoir plat, formé par un tube enroulé en hélice, était à 3^{cm} de la peau. La tige de l'instrument était soutenue par un bouchon fermant une cloche traversée par un rapide courant d'air et mastiquée sur l'arrière-train de l'animal.

» Nos expériences se rapportent à deux lapins, l'un A de 2400^{gr}, l'autre B de 2600^{gr}. Dans les unes, l'animal recevait la décharge ordinaire de la bobine; dans d'autres, les bornes de la bobine étaient réunies aux bornes d'un condensateur de 1^{mf}, ce qui allonge la décharge et la rend moins douloureuse, comme l'a démontré M. d'Arsonval.

» Nous avons toujours opéré de la même façon. Partant de la division 20 de notre bobine, nous laissions passer le courant faradique pendant cinq minutes. Nous suspendions l'expérience pendant cinq minutes.

» Passant à la division 18, nous opérions de la même façon et ainsi de suite.

» Les quantités d'électricité correspondant à la décharge de la bobine, pour un courant de $0^{amp},60$, avaient été mesurées :

Divisions .	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0
Quantités en micro-coulombs . .	0,33	0,5	0,75	1,4	2,3	4,8	10,4	25,4	53	78,5	99,2

Expériences avec le courant de la ville 0,60 A, 0,75 V.

	50 ville doubles.								100 ville doubles.							
	A.				B.				A.				B.			
	Sans condens.		Avec condens.		Sans condens.		Avec condens.		Sans condens.		Avec condens.		Sans condens.		Avec condens.	
	Rectum.	Cloche.	Rectum.	Cloche.	Rectum.	Cloche.	Rectum.	Cloche.	Rectum.	Cloche.	Rectum.	Cloche.	Rectum.	Cloche.	Rectum.	Cloche.
	Air 20,2.		Air 20,3.		Air 20,8.		Air 21,2.		Air 21,2.		Air 21.		Air 20,8.		Air 20,8.	
Début..	38,2	27,2	38,4	28,0	36,2	27,3	36,5	27,7	38,15	27,85	37,7	28,1	36,3	26,9	36,5	26,9
D.20...	»	»	»	»	»	»	36,4	27,8	38,2	27,9	»	»	36,25	»	»	27,0
5′ après.	»	»	»	»	»	27,4	»	»	»	28,0	37,75	»	36,2	»	36,4	»
18′.....	»	27,3	»	»	»	27,5	36,3	»	»	28,05	37,8	28,2	»	26,95	»	27,05
5′.....	»	»	38,5	»	»	»	»	»	»	28,1	»	28,3	»	27,0	»	27,1
16′.....	38,25	27,3	»	»	»	»	36,25	»	»	28,2	»	»	36,15	»	36,35	»
5′.....	38,3	27,3	»	»	»	»	»	»	»	28,25	»	28,4	»	»	36,3	»
14′.....	»	27,4	»	28,05	36,15	»	»	27,85	38,25	»	37,85	28,45	36,1	»	36,25	27,15
5′.....	»	27,4	»	28,1	»	»	»	»	38,3	»	»	28,5	36,05	»	36,2	»
12′.....	»	27,45	»	»	»	»	36,2	»	»	28,3	»	»	36,0	»	»	27,2
5′.....	»	»	»	»	36,2	»	36,2	»	»	»	37,9	»	»	»	36,15	»
10′.....	»	»	»	»	»	»	36,1	27,9	»	»	»	»	»	27,05	36,1	»
5′.....	»	»	»	28,15	»	27,55	36,3	»	»	»	38,0	28,55	»	27,1	»	»
8′.....	»	»	38,55	28,2	»	27,65	36,4	28,1	38,35	28,35	38,1	28,6	»	»	36,0	27,4
5′.....	»	27,5	38,6	28,25	»	27,55	36,3	28,05	38,2	28,3	»	»	»	»	»	27,3
6′.....	38,2	29,3	»	28,3	36,1	27,65	36,5	28,5	38,1	28,5	»	»	36,15	27,4	36,2	27,6
5′.....	38,35	28,4	38,6	28,25	36,2	27,7	»	28,2	»	28,0	38,05	»	»	»	36,1	27,5
4′.....	38,2	29,5	»	28,3	35,9	27,9	36,65	28,55	38,2	28,8	»	28,9	36,05	28,2	36,3	28,2
5′.....	38,15	28,7	38,6	28,3	36,0	»	36,5	28,3	»	28,7	»	28,7	36,0	28,1	36,2	27,8
2′.....	»	»	38,5	28,35	35,9	28,4	36,7	29,3	»	»	38,0	28,9	»	»	36,3	28,2
5′.....	»	»	38,65	28,4	»	28,2	36,45	28,6	»	»	38,0	28,7	»	»	36,1	27,5
0......	»	»	38,6	28,9	»	»	36,7	29,3	»	»	38,2	29,3	»	»	36,25	28,0
5′.....	»	»	»	»	»	»	36,4	28,5	»	»	38,0	»	»	»	36,05	27,8
Différences entre les températures initiale et maxima de la cloche.		2°,3		0°,9		0°,9		1°,6		0°,95		1°,2		1°,3		1°,25

» Les températures obtenues avec la même bobine, animée par le courant de trois accumulateurs, diffèrent peu de celles que nous avons inscrites plus haut. Bien que l'énergie correspondante à chaque position de la bobine fût seize fois plus grande, les réactions, au point de vue des températures rectale et rayonnée, étaient très sensiblement les mêmes. La douleur était seule beaucoup plus vive.

» Nous avons aussi déterminé les températures cutanées, aux points où se trouvait la cloche dans les expériences précédentes.

Lapin de 2400gr, *courant de la ville.*

50 V. D.	sans condensateur.	De la D. 20	à la D. 4,	la T. varie de	37,4	à 37,9	soit	0°,5
»	avec	»	»	D. 0,	»	37	à 37,6	» 0,6
100 V. D.	sans	»	»	D. 4,	»	37	à 38	» 1°
»	avec	»	»	D. 0,	»	37,9	à 38,6	» 0,7

Lapin de 2600gr, *courant de la ville.*

50 V. D.	sans	condensateur.	De la D. 20 à la	D. 4,	la T. varie de	35,5 à 36,	soit	0°,5
»	avec	»	»	D. 0,	»	35,4 à 35,8	»	0,4
100 V. D.	sans	»	»	D. 4,	»	35,35 à 36	»	0,65
»	avec	»	»	D. 0,	»	36,8 à 37,4	»	0,6

Si l'on fait la moyenne des températures,

Pour A, moyenne des temp. de la cloche 1,3; moyenne des temp. cutanées 0,6. $\frac{1,3}{0,6}$

» B, » 1,2; » 0,5. $\frac{1,2}{0,5}$

» Les températures rectales ont subi de faibles variations et ces variations ne suivent pas la même marche. Chez A, la température rectale s'élève pour des excitations faradiques relativement faibles; on la voit souvent baisser pour de fortes excitations. Pour B, la marche de la température centrale est à peu près inverse.

» A cause de cette inconstance, les variations de la température rectale ne permettent pas d'apprécier l'excitation produite par le courant faradique.

» La température cutanée et la température obtenue par rayonnement s'élèvent progressivement à mesure que l'excitation augmente d'intensité, sans cependant dépasser un maximum qui est atteint avant que l'excitation soit maximum.

» On voit souvent aussi ces élévations de température se poursuivre après que l'excitant a cessé d'agir.

» C'est la température obtenue par rayonnement qu'on devrait prendre, à notre avis, comme réactif de l'excitation produite par le courant faradique. Le thermomètre accuse alors plutôt une élévation de température, et ses variations, qui dans nos expériences ont pu atteindre et dépasser 2°, sont beaucoup plus sensibles.

» Ces expériences, qui montrent l'importance de la chaleur rayonnée dans les réactions physiologiques, permettent aussi de comprendre pourquoi la contraction musculaire produite par la faradisation n'est accompagnée que de faibles élévations de la température centrale, qui sont même remplacées quelquefois, comme nous l'avons observé, par des variations négatives. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Aggravation des effets de certaines toxines microbiennes par leur passage dans le foie.* Note de MM. **J. Teissier** et **L. Guinard**, présentée par M. A. Chauveau.

« Il s'agit d'une particularité physiologique qui a des rapports étroits avec le fait si bien étudié, du pouvoir rétentif et protecteur du foie contre

les poisons, mais qui, au contraire, nous fait connaître cet organe comme susceptible d'aggraver les effets de certaines toxines microbiennes quand, au lieu de les injecter par une veine quelconque, on les introduit par une veine appartenant au système porte.

» Nous avons constaté que c'est ainsi que les choses se passent avec la toxine du *pneumobacillus bovis* et avec la toxine diphtérique.

» Le sujet d'expérience auquel nous nous sommes surtout adressés est le chien, animal qui convient beaucoup mieux que le lapin, à cause de sa sensibilité plus grande aux effets des produits solubles dont nous nous sommes servis.

» Une première série de neuf expériences, faites avec la *pneumobacilline*, expériences comprenant chacune deux sujets, a été uniformément concordante dans ses résultats. Nous avons toujours vu que les chiens qui reçoivent la toxine dans une veine mésentérique, sont plus rapidement, plus gravement malades et meurent beaucoup plus tôt que ceux qui reçoivent, proportionnellement à leur poids, la même dose de poison, dans une veine jugulaire ou dans une fémorale.

» Ainsi, tandis que 4^{cc} de pneumobacilline, injectés dans une veine mésentérique, tuent en dix-sept heures un chien de 15^{kg}; 5^{cc} de la même toxine, introduits par une fémorale mettent quarante heures pour faire mourir un animal de 18^{kg}.

» Dans une autre expérience, 2^{cc} de pneumobacilline dans une veine mésentérique, ont tué un chien de 15^{kg} en vingt-cinq heures, alors que 9^{cc} du même poison, poussés dans la veine fémorale d'un sujet de 17^{kg}, mettaient quarante-deux heures pour arriver au même résultat.

» Une expérience type, choisie dans la série, démontrera l'importance du phénomène physiologique nouveau que nous faisons connaître :

» A. Chien, 14^{kg}; température rectale 38°,9. Injection de 9^{cc} de pneumobacilline, *dans la veine mésentérique*, à $8^h 15^m$ du matin. Effets immédiats peu apparents; cependant l'animal, qui paraissait assez gai après l'opération, devient rapidement triste. $8^h 45^m$, vomissements et efforts de défécation; $9^h 5^m$, diarrhée. L'animal reste debout, il a le faciès grippé; son attitude générale indique une très grande faiblesse; $9^h 25^m$, série de vomissements répétés et très pénibles; température 40°,3. 11^h, état général mauvais, température 41°,5. 12^h, température 41°,6. 2^h, défécations sanguinolentes, température 40°,9. 4^h, les vomissements sont plus rares, mais la dyssenterie s'est aggravée, température 40°,3; l'animal, très affaibli et indifférent à tout ce qui se passe autour de lui, reste en décubitus latéral. 6^h, le sujet ne peut plus se relever, il expulse, avec de violents efforts, des selles fortement colorées et du sang presque pur; température 40°,5. $6^h 30^m$, le chien a perdu connaissance, on observe, par moment, des mouvements choréiformes dans la face et les membres. $7^h 55^m$, température 39°,9 : l'animal

est à la dernière extrémité; il meurt pendant qu'on prend sa température. A l'autopsie, on trouve une congestion généralisée de tous les viscères; les intestins sont remplis d'un sang noir, poisseux, incoagulé; la muqueuse est d'un rouge noir. Le foie, gorgé de sang, pèse 397^{gr}.

» B. Chien, 14^{kg}; température rectale, 39°,1. Injection de 9^{cc} de pneumobacilline, *dans la veine jugulaire,* à $7^h 55^m$ du matin. Troubles primitifs au moment de l'injection, assez apparents mais fugaces. Dix minutes après, l'animal semble revenu à l'état normal. $9^h 5^m$, premiers vomissements suivis, cinq minutes après, de défécations diarrhéiques. Cependant, entre les efforts de vomissement, l'état général ne paraît pas mauvais. $9^h 20^m$, vomissements répétés et pénibles. 10^h, le chien est couché, dans une attitude physiologique; température, 39°,4. 11^h, les vomissements ont cessé; température, 40°,7. 12^h, température, 40°,3; l'animal est triste. $2^h 15^m$, température, 39°,8. $3^h 30^m$, l'état du sujet s'est beaucoup amélioré, le chien est gai et répond aux caresses. 4^h, température, 39°,1. 6^h, température, 39°,4; l'animal, qui jusque-là allait bien, paraît de nouveau malade. 7^h, l'animal est très faible. Le lendemain, 5 juillet, notre chien, très abattu, reste couché; il semble atteint de paralysie, car, malgré tous ses efforts, il ne parvient pas à se tenir debout; inappétence complète. 6 juillet, même état. 7 juillet, on note un mieux très appréciable. 8, 9 et 10 juillet, le mieux s'est accusé, le chien est bien rétabli.

» Le renforcement de l'action de la pneumobacilline, par son passage à travers le foie, ressort clairement de cette expérience comparative. Il en est de même pour la toxine diphtéritique.

» Dès le 9 février 1895, poursuivant un autre but, MM. Courmont et Doyon avaient fait une expérience qui démontrait fort bien l'influence aggravante du passage de cette toxine dans le système porte. Cette observation a été mise très obligeamment à notre disposition; nous l'avons complétée par des recherches personnelles plus nombreuses, qui ont parlé dans le même sens.

» L'injection de la toxine diphtéritique, par une veine mésentérique, accélère l'apparition des troubles généraux, hâte le refroidissement, donne aux symptômes une marche plus rapide et tue les sujets plus vite que lorsque l'introduction est faite par une veine fémorale.

» Ces constatations, dont les conséquences, par rapport aux fonctions physiologiques et pathogéniques du foie, paraissent avoir des applications multiples, méritent d'être interprétées. Or, dans le cas particulier des toxines dont nous nous sommes servis, les symptômes ne doivent pas s'aggraver parce que le foie perd son pouvoir rétentif bien connu et les laisse passer; si les choses se passaient ainsi, il y aurait au moins équivalence dans les effets obtenus, tandis qu'au contraire il y a renforcement.

» D'ailleurs, en nous servant des procédés rigoureux de la méthode

graphique, nous avons eu la preuve que la pneumobacilline, injectée par la veine porte, est retenue par le foie. Les effets *immédiats* qu'elle détermine sur le cœur, la pression vasculaire et la respiration, et qui ne manquent jamais aussitôt après une injection dans la jugulaire ou la fémorale, sont excessivement atténués ou font défaut quand la toxine est injectée par une veine mésentérique. Dans ce dernier cas, seules les manifestations secondaires, celles dont le mode d'apparition et les caractères donnent à l'empoisonnement les allures d'une auto-intoxication, apparaissent plus hâtivement et sont plus graves.

» Deux hypothèses se présentent alors : ou bien, au contact de la toxine qui lui arrive en masse, le foie est fonctionnellement altéré et perd le pouvoir qu'il a de détruire les poisons ; ou bien, la toxine arrivant directement dans un organe qui, physiologiquement, représente un foyer actif d'élaborations chimiques, provoque-t-elle mieux et plus vite l'élaboration des poisons qui causent l'auto-intoxication?

» Pour des raisons que nous développerons plus tard, nous donnons actuellement la préférence à la deuxième explication, qui est beaucoup plus en rapport avec ce que nous savons du mode d'action des toxines du *pneumobacillus bovis* et du bacille de Löffler, et qui cadre également mieux avec les importantes fonctions chimiques du foie dans l'organisme.

» Quelle que soit l'explication à laquelle on s'arrête, il n'en demeure pas moins acquis maintenant que si, à l'égard de beaucoup de poisons ou de toxines, le foie possède le pouvoir rétentif et protecteur qu'on lui connaît, vis-à-vis de certaines toxines microbiennes son intervention est plus nuisible qu'utile à l'économie [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Contribution à l'histologie des glandes unicellulaires.* Note de MM. **J. Kunstler** et **A. Gruvel**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Si les glandes bien différenciées sont généralement des organes complexes, il existe cependant aussi des éléments cellulaires uniques d'une valeur fonctionnelle analogue. L'étude de la manière d'être de ceux-ci ne saurait manquer de jeter quelque lumière sur le mode élémentaire de fonctionnement et sur la connaissance de la constitution essentielle des premiers.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Physiologie de l'École vétérinaire de Lyon.

» A ce point de vue, les publications qui ont été faites jusqu'ici sur les glandes unicellulaires sont d'un intérêt évident. Malheureusement, en somme, il n'existe que peu de travaux détaillés sur cette importante matière, travaux dus principalement à Leydig, Claus, Forel, Nussbaum, Schiemenz, Gilson, Carnoy, Janet, etc.

» De récentes recherches, faites sur des Hippérines, nous ont permis d'étudier la constitution intime de glandes pharyngiennes unicellulaires des plus remarquables.

» Tout autour de la région buccale, au-dessous du cerveau, les coupes transversales de la tête de ces animaux montrent un tissu particulier, dont l'aspect attire immédiatement l'attention.

» Ce tissu est constitué d'éléments cellulaires de dimensions considérables, disposés par petits groupes de trois à cinq, et reliés entre eux par un tissu fondamental conjonctif.

» Ces éléments présentent un aspect qui n'est pas sans analogie avec celui des Noctiluques. On y remarque, en effet, à première vue, une sorte de hile, d'où irradient, dans toutes les directions, des prolongements rayonnants et richement ramifiés. C'est de ce hile, qui affecte la constitution d'un enfoncement souvent fort profond, que part le conduit évacuateur de la glande unicellulaire.

» Au fond de cette excavation, ce canal est renflé en une vésicule, dans laquelle viennent déboucher, par un très petit nombre de pores, les extrémités proximales des canalicules radiaires. Le petit nombre de ces orifices résulte du fait que ces derniers se réunissent par confluence en sorte de vastes espaces lacunaires, dont ces communications tirent leur origine.

» Les canaux rayonnants se ramifient plus ou moins richement, souvent brusquement en pinceau et vont se terminer en pointes d'une extrême ténuité. Ils ne s'étendent que dans une région claire du protoplasma, de dimensions variables, tout le reste du corps cellulaire étant granuleux et sombre.

» Le protoplasma de la cellule présente une structure définie qui rentre dans le cadre de la *structure alvéolaire* généralement répandue et bien décrite. La couche périphérique de l'élément constitue une sorte d'enveloppe analogue à la *couche alvéolaire* des Protozoaires.

» Le noyau, excentriquement placé, dans la région corticale, est entouré d'une épaisse zone claire, variable d'aspect et de constitution. Il présente un aspect mûriforme, dû à la présence, à son intérieur, de formations vési-

culaires, pouvant, selon toute probabilité, être ramenées à des matières de réserve, ainsi que cela se voit dans certains cas que nous avons décrits autrefois. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur l'évolution des magmas de certains granites à amphibole*. Note de M. **A.-Michel Lévy**, présentée par M. Hautefeuille.

« C'est à M. Fouqué [1] que la Science doit la première constatation précise de l'acidité relative, dans les roches volcaniques, des plagioclases de seconde consolidation par rapport à la composition moyenne des plagioclases de première consolidation, qui se présentent le plus souvent sous la forme de grands cristaux à zones d'accroissement multiples.

» Ces zones elles-mêmes montrent, en général, une acidité croissante du cœur du cristal à sa périphérie; il semble donc que la ségrégation dans les magmas éruptifs ait une tendance à isoler d'abord les minéraux les plus basiques, de telle sorte que le restant du bain fondu s'enrichisse continuellement en silice.

» Mais cette loi simple ne s'applique pas toujours; il suffit de citer à titre d'exception l'exemple des diabases à structure ophitique dans lesquelles le bisilicate (pyroxène) moule des plagioclases souvent très acides. Il y a plus, les grands cristaux de plagioclases zonés présentent parfois une structure complexe en opposition apparente avec la loi d'acidité croissante.

» J'ai déjà cité [2], à ce point de vue, l'exemple instructif du granite à amphibole de Vaugneray et j'en ai induit qu'au cours de la ségrégation du magma de ce granite, il avait subi une influence basique momentanée, extrêmement intense. L'étude des granites à amphibole du Beaujolais, du Puy-de-Dôme, de Flamanville, etc., montre d'ailleurs avec évidence [3] que la nature des salbandes assimilées par les granites, pendant leur ascension dans les strates de l'écorce terrestre, réagit sur la composition du magma; quand les granites traversent des couches calcaires ou marneuses, ils les transforment en éclogites, en amphibolites, en pyroxénites, et se chargent eux-mêmes de silicates basiques.

---

(1) *Santorin et ses éruptions*. Paris, Masson; 1879.

(2) *Études sur la détermination des feldspaths*, p. 67; 1894, Paris, Baudry.

(3) *Granite de Flamanville*, (*Bull. de la Carte géol. de France*, n° 36, 1893).

» Le perfectionnement récent des méthodes de détermination des plagioclases en plaque mince permet d'affirmer que l'association, présentée par le granite à amphibole de Vaugneray, n'est pas une exception : un grand nombre de roches granitiques, de régions et d'âges très variés, contiennent des plagioclases dont le cœur et la périphérie, relativement acides, sont associés à une zone intermédiaire de feldspath beaucoup plus basique. Voici les résultats précis de l'examen de quelques-uns de ces types :

Granite à amphibole de Vaugneray, près Lyon.

	Anorthite pour 100.	Silice pour 100.	
a. Zone périphérique mince.....	32	59	*Andésine.*
b. Large zone..................	53	55	*Labrador.*
c. Large zone..................	86	entre 46 et 47	*Anorthite.*
d. Cœur souvent développé.....	53	55	*Labrador.*

» Il y a tous les passages entre les zones *a* et *b*; au contraire, la zone *c* constitue un changement assez brusque pour que des réflexions totales se produisent entre elle et ses voisines.

Granite à amphibole de la Hutière, près Vézins-la-Tour (Vendée).

	Anorthite pour 100.	Silice pour 100.	
a. Zone périphérique.......	22	63	*Oligoclase.*
b. Large zone.............	27	62	*Oligoclase.*
c. Zone mince, très continue.	46	52	*Andésine-Labrador.*
d. Cœur très développé.....	39	58	*Andésine.*

» La zone *c* est nettement isolée; les autres zones passent par gradations insensibles de l'une à l'autre. Ce granite contient du microcline en grandes plages qui moule et englobe les plagioclases.

Diorite quartzifère de la Nouzillière près la plaine-Coron (Vendee).

	Anorthite pour 100.	Silice pour 100.	
a. Zone périphérique....	34	60	*Oligoclase-Andésine.*
b. Large zone...........	45	57	*Andésine-Labrador.*
c. Zone mince...........	57	54	*Labrador.*
d. Zone mince, très nette.	73	50	*Labrador-Bytownite.*
e. Cœur................	45	57	*Andésine-Labrador.*

» Seule, encore ici, la zone *d* est nettement séparée des voisines. D'après

M. Bochet, à qui je dois ces deux roches de la Vendée, la diorite quartzifère n'est qu'un accident dans le granite à amphibole et y passe par gradations insensibles.

» *Granites, diorites et diabases quartzifères de la Grande Galite.* — Toutes ces roches, que je dois à M. Vélain, présentent les plus beaux exemples de zones intermédiaires très basiques. Je décrirai celui que m'a fourni un filon de diabase quartzifère noire de cette série.

	Anorthite pour 100.	Silice pour 100.	
a. Zone extérieure.......	20	63	*Oligoclase.*
b. Large zone...........	54	55	*Labrador.*
c. Zone nette...........	75	49	*Bytownite.*
d. Cœur développé......	54	55	*Labrador.*
e. Facules dans *d*........	28	61	*Oligoclase-Andésine.*

» Ces divers exemples suffisent pour prouver que, dans bien des cas, l'évolution des magmas granitiques passe par de brusques modifications. Leur composition chimique doit varier subitement, car il est remarquable que, lorsqu'une zone intermédiaire vient rompre la dégradation normale des plagioclases vers l'acidité croissante, cette zone tranche avec netteté sur les voisines qui, tout au contraire, passent de l'une à l'autre par transitions très ménagées. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur le premier thermomètre à alcool utilisé à Paris.* Note de M. l'abbé **Maze**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Il y a quelques mois (¹), j'ai fait connaître à l'Académie la plus ancienne série thermométrique faite à Paris. Il était intéressant de rechercher comment Boulliau, l'auteur de cette série, avait été mis en possession d'un thermomètre de Florence. Cette recherche a été couronnée de succès : je puis affirmer aujourd'hui que ce thermomètre, pour venir de Florence à Paris, est passé par la Pologne.

» Pendant l'été de 1657, la reine de Pologne Marie-Louise de Gonzague envoya M. Buratin avec une mission en Italie. Celui-ci revint avec divers cadeaux du grand-duc de Toscane, parmi lesquels il y avait des thermomètres scellés et d'autres inventions aussi scellées pour comparer la pesan-

(¹) *Comptes rendus,* t. CXX, p. 731.

teur de toutes les liqueurs, d'autres pour mesurer la chaleur des fébricitants et les mouvements du pouls, etc.

» Des Noyers, secrétaire de la reine, envoya à Boulliau un de ces thermomètres, mais auparavant il lui en avait fait parvenir la description et le dessin. Ce dernier, conservé à la Bibliothèque nationale avec les lettres de des Noyers, n'est qu'un simple croquis, mais comme son auteur affirme par deux fois que la forme et les dimensions en sont très exactes, que, d'ailleurs, il est facile de voir qu'il l'a tracé à l'aide d'un compas, cela permet de juger de la forme et des dimensions de l'instrument.

» Cette forme était celle de nos thermomètres à boule, mais cette dernière était un peu aplatie normalement à la tige. L'intérieur, boule et tige, mesurait exactement un décimètre. Ce thermomètre était gradué sur tige à l'aide de petits points en émail noir. Les dizaines étaient marquées par des points plus gros d'émail blanc. L'alcool était incolore. « On n'y met » pas de l'esprit-de-vin coloré parce qu'avec le temps il salit le verre et, y » demeurant attaché hors du liquide, en diminue la quantité apparente. »

» Le jour de l'envoi n'est pas connu, mais l'instrument fut longtemps en route comme le prouvent les lignes suivantes, datées du 16 juin 1658 : « Je vois par votre lettre du 24 may qu'enfin vous avez reçu le petit thermomètre. Le grand-duc en porte toujours un dans sa pochette. »

» La première observation inscrite dans la série de Boulliau est du 25 mai 1658. Les chiffres ne sauraient mieux concorder. On voit que notre astronome n'a guère tardé à se mettre à l'œuvre, posant ainsi les premières bases de la climatologie française. »

M. V. Ducla adresse une Note « Sur une méthode rapide pour trouver toutes les racines commensurables d'une équation de degré quelconque ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

ERRATA.

(Tome CXX, séance du 24 juin 1895.)

Note de MM. *A. Delebecque* et *A. Le Royer*, Sur les gaz dissous au fond du lac de Genève :

Page 1439, lignes 9 et 10 en remontant, *au lieu de* décomposition, *lisez* décompression.

(Séance du 8 juillet 1895.)

Note de M. le général *Alexis de Tillo*, Loi de la distribution du magnétisme moyen à la surface du globe :

Page 99, ligne 12, colonne Z_c du Tableau B, *au lieu de* 0,334, *lisez* 0,434.
Même page, ligne 13, même colonne, *au lieu de* 0,444, *lisez* 0,344.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUILLET 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXIX des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de la planète Mars.* Note de M. **J. Janssen.**

« Les études spectroscopiques sur les atmosphères planétaires et tout spécialement sur la planète Mars ont été reprises depuis quelque temps.

» L'année dernière, à la suite d'un travail remarquable exécuté à l'observatoire du mont Hamilton, M. W.-W. Campbell avait cru pouvoir conclure à la non-présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de cette planète. Cette conclusion a produit une certaine émotion dans le monde astronomique.

» D'une part, les grands instruments dont s'était servi M. Campbell, le soin et le talent avec lesquels l'auteur avait dirigé ses recherches donnaient un grand poids à ses assertions. Mais, d'autre part les astronomes étaient habitués à considérer Mars comme entourée d'une atmosphère très analogue à la nôtre et cette opinion était basée non seulement sur certaines particularités physiques de sa surface, mais surtout d'après les résultats fournis depuis une trentaine d'années par l'analyse spectrale.

» M. Huggins, en 1867, étudiant l'atmosphère de Mars, y avait constaté de grandes analogies spectrales avec notre atmosphère, sans se prononcer toutefois sur le point particulier de la vapeur d'eau. La même année j'avais abordé ce point spécial et, armé de la connaissance précise du spectre de la vapeur d'eau que j'avais découvert depuis peu, j'annonçais la présence de cette vapeur dans l'atmosphère de Mars.

» Plus tard ces études avaient encore été reprises et les résultats corroborés, notamment, par M. Vogel dans son très important travail sur les spectres des planètes.

» Tous ces travaux avaient formé la base d'une opinion qui, en particulier pour Mars, se trouvait en opposition avec les conclusions de M. Campbell.

» Cette divergence engagea plusieurs astronomes physiciens et, en particulier, MM. Huggins et Vogel, à reprendre la question et il paraît que ces Messieurs sont conduits à maintenir leurs conclusions antérieures et ils le font en discutant à leur tour les observations de M. Campbell.

» Tout dernièrement, dans un article inséré au numéro de juin 1895 de *The Astrophysical Journal*, et qui contient une *Revue* des observations spectroscopiques sur Mars, M. Campbell répond aux observations de M. Vogel et, au cours de cette revue, il est amené à citer mes observations publiées en 1867, et exprime le désir d'avoir plus de détails spécialement sur celles qui concernent la présence de la vapeur d'eau dans cette planète.

» Je vais déférer à ce désir. J'aurai en même temps l'occasion de parler des conditions les plus propres à assurer, selon moi, le succès de ces recherches qui sont d'une extrême difficulté.

» La lumière qui nous est envoyée par les planètes n'a, en général, traversé que les couches supérieures et, par conséquent, les moins denses de leurs atmosphères. C'est le cas pour Vénus, Jupiter et les planètes, dont les atmosphères sont très chargées de nuages. Ce n'est pas le cas pour Mars; mais, d'un autre côté, tout indique pour cette planète une atmosphère très rare.

» Or, on sait que les raies telluriques ne sont très facilement perceptibles, surtout en hiver, que quand le Soleil est assez abaissé sur l'horizon, c'est-à-dire quand ses rayons ont traversé une épaisseur atmosphérique considérable.

» Si nous n'avions eu, pour découvrir les raies telluriques, que les observations méridiennes, il est très probable que nous serions encore dans l'ignorance de leur existence ou, du moins, que cette connaissance eût été bien retardée.

» Cela est si vrai que l'illustre Brewster, qui, comme on sait, avait découvert, dès 1833, les bandes sombres dont se charge le spectre solaire au lever et au coucher de cet astre, n'avait jamais pu conclure à une action normale des gaz de notre atmosphère, parce que ces bandes s'évanouissent dès que le Soleil s'élève sensiblement.

» Ayant été amené à découvrir ces bandes en 1862, sans connaître, du reste, les observations de Brewster, j'ai dû employer des spectroscopes très puissants et prendre des précautions toutes spéciales pour constater la présence, dans le spectre méridien, des raies fines dans lesquelles les bandes de Brewster se résolvaient dans mes instruments.

» Il résulte de ceci que, si de la planète Mars on analysait la lumière solaire réfléchie normalement à la surface de la Terre, il serait très difficile d'y constater les groupes telluriques de la vapeur d'eau, et, s'il s'agissait de la lumière réfléchie dans les hautes régions de notre atmosphère à la surface de nos cirrus glacés, cela serait à peu près impossible.

» Si l'on considère maintenant que l'atmosphère de Mars doit être beaucoup moins importante que la nôtre, et moins riche en vapeurs, on conçoit toute la difficulté de son analyse au point de vue de la vapeur d'eau.

» Ceci explique les différences d'opinions que des observateurs éminents, comme ceux que je viens de citer, peuvent avoir à cet égard.

» Mais, si la question est difficile, elle est loin d'être hors de la portée de nos moyens d'investigation et, à cet égard, voici comment je pense que cette question doive être abordée.

» Puisque l'effet d'absorption de la planète est très faible, il faut se placer dans les conditions où celui de notre atmosphère est aussi réduit que possible. Ceci conduit à l'emploi des hautes stations, combiné avec une atmosphère très froide et en outre l'observateur doit s'adresser aux groupes de la vapeur d'eau qui, dans les circonstances où il est placé, ne peuvent être produits d'une manière sensible par l'action de l'atmosphère terrestre s'il est obligé de s'adresser à des groupes pour lesquels intervient notre

atmosphère; il faut y constater nettement une augmentation d'intensité, mais ceci est plus délicat, et c'est ici que la Lune peut fournir un bon terme de comparaison. Mais les hautes stations sont plus sûres. Quant à l'appareil, tout en reconnaissant qu'un grand instrument présente des ressources dont on peut tirer parti, je ne pense pas qu'il soit indispensable. En effet, la lumière planétaire est si faible par rapport à celle du soleil, que même avec nos plus puissantes lunettes ou télescopes, on ne peut résoudre les groupes spectraux de la vapeur d'eau en raies individuelles bien distinctes. On est donc obligé de considérer les groupes dans leur ensemble. Heureusement ces groupes, quand la dispersion est bien appropriée et l'éclairage convenable, présentent une physionomie individuelle, un facies en quelque sorte qui les font reconnaître immédiatement par un observateur exercé. Avec une dispersion beaucoup plus faible, chaque groupe ne présente qu'une bande ombrée et l'identification est beaucoup plus incertaine.

» Or, en 1867, après avoir étudié le spectre de la vapeur d'eau avec le tube de 37^{m} de l'usine de la Villette, je m'étais familiarisé avec cet aspect particulier de chaque groupe et j'étais arrivé à les reconnaître immédiatement dans un spectre donné. Du reste, en annonçant la découverte de cette action élective de la vapeur aqueuse, j'avais signalé l'importante application qu'elle pourrait recevoir pour l'étude des atmosphères planétaires et, pour mettre ce programme à exécution, après avoir commencé ce travail à l'Observatoire de Paris pour Jupiter, Mars, Saturne, etc., je résolus de monter sur l'Etna, afin de me placer dans des conditions qui pussent lever tous les doutes.

» Voici dans quelles conditions cette observation eut lieu :

» J'observais sous le sommet de l'Etna, à la maison des Anglais, au point, je crois, où M. Tacchini a fait placer un observatoire, et dont l'altitude est de près de 3000^{m}.

» Les observations eurent lieu du 12 au 15 mai 1867.

» A son passage au méridien, la planète avait, le 13, une hauteur de 72° et, au coucher du Soleil, au moment où commençaient les observations, elle en conservait une de plus de 60°.

» Sous ce rapport, les observations étaient faites dans de bonnes conditions; mais, à l'égard de la vapeur d'eau atmosphérique, elles étaient meilleures encore, car le froid fut excessif pendant mes nuits d'observation et la quantité de vapeur aqueuse contenue dans les parties d'atmosphère qui étaient au-dessus de moi était incapable de produire dans mon spectroscope, de manière à être perçu, le groupe tellurique de C et encore

moins celui de D (ceci résulte d'expériences que j'ai faites depuis sur les quantités de vapeur d'eau nécessaires à l'apparition des groupes). D'un autre côté, la Lune, qui alors avait dépassé le premier quartier et qui était plus basse que Mars, fournissait *a fortiori* un excellent terme de comparaison.

» Or, je constatai dans le spectre de Mars la présence, faible il est vrai, mais certaine, des groupes de C et de D avec la position à l'égard des échelles et avec la physionomie qui leur était propre dans mes expériences de l'année précédente sur le tube de vapeur de l'usine de la Villette.

» C'est à la suite de cette constatation, confirmée ensuite à Palerme, où M. Cacciatore voulut bien mettre son équatorial à ma disposition, et à Marseille, avec le grand télescope de $0^m,80$ d'ouverture de M. Stéphan, que j'annonçai la présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de Mars.

» Mais c'est l'observation sur l'Etna qui, en raison de la hauteur de la station et de la très basse température de l'atmosphère, est la plus probante.

» C'est la première constatation de la vapeur d'eau qui ait été faite, dans l'atmosphère d'une planète, et j'ai confiance que l'avenir la confirmera.

» Je reviendrai plus tard, du reste, sur les observations du même genre que j'ai faites depuis. »

M. **Darboux** présente à l'Académie le troisième fascicule du Tome III et le premier fascicule du Tome IV de ses « Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal ».

M. **de Tillo** fait hommage à l'Académie d'un Volume, publié à la fois en langue russe et en langue allemande, et portant pour titre « Beobachtungen der russischen Polarstation an der Lenamündung. I. Theil. Astronomische und magnetische Beobachtungen, 1882-1884. Bearbeitet von *V. Fuss, F. Müller* und *N. Jurgens*. Herausgegeben unter Redaction von Dr A. v. Tillo ». (Présenté par M. Mascart.)

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Huxley*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 29.

M. Bergh obtient . . . . 29 suffrages.

M. **Bergh**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **D.-A. Casalonga** adresse une Note intitulée : « Des causes de la marée directe, de l'anti-marée, et du retard de leur passage au méridien lunaire ».

(Commissaires : MM. Faye, Tisserand.)

CORRESPONDANCE.

M. **G. Retzius**, nommé Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un petit volume adressé de Lisbonne par M. *Thomas Cabreira*, intitulé : « Principios de Stereochimica ».

ALGÈBRE. — *Sur les groupes de substitutions dont l'ordre égale le degré.* Note de M. **Levavasseur**, présentée par M. Picard.

« Il m'est impossible de songer à énumérer ici tous les types de groupes Ω que j'ai déjà trouvés. Je me contenterai de présenter ceux qui me paraissent les plus dignes d'intérêt.

» (A). Imaginons un faisceau F de p^α substitutions d'ordre p, p étant un nombre premier; soient q un autre nombre premier, inférieur à p et

T une substitution d'ordre q, permutable à F. Si $S_1, S_2, \ldots, S_\alpha$ sont les substitutions génératrices du faisceau F, on aura

$$S_i T = T S_1^{a_{1i}} S_2^{a_{2i}} \ldots S_\alpha^{a_{\alpha i}} \qquad (i = 1, 2, \ldots, \alpha),$$

donc

$$S_1^{x_1} S_2^{x_2} \ldots S_\alpha^{x_\alpha} T = T S_1^{\sum_{i=1}^{i=\alpha} a_{1i} x_i} S_2^{\sum_{i=1}^{i=\alpha} a_{2i} x_i} \ldots S_\alpha^{\sum_{i=1}^{i=\alpha} a_{\alpha i} x_i}.$$

Transformer par T revient à faire sur les exposants la substitution linéaire

$$\sigma = \left| x_j, \sum_{i=1}^{i=\alpha} a_{ji} x_i \right| \qquad (j = 1, 2, \ldots, \alpha).$$

Les a_{ij} sont des entiers pris suivant le module p. Ces coefficients ne sont pas quelconques : il faut qu'on ait $\sigma^q = 1$.

» On peut se demander s'il n'existe pas de substitutions du faisceau que T transforme en une de leurs puissances : le problème revient à la résolution des congruences simultanées

$$\sum_{i=1}^{i=\alpha} a_{ji} x_i \equiv s x_j \pmod{p} \qquad (j = 1, 2, \ldots, \alpha),$$

s est une racine de la congruence

$$A(s) = \begin{vmatrix} a_{11} - s & a_{12} & \ldots & a_{1\alpha} \\ a_{21} & a_{22} - s & \ldots & a_{2\alpha} \\ \ldots & \ldots\ldots & \ldots & \ldots \\ a_{\alpha 1} & a_{\alpha 2} & \ldots & a_{\alpha\alpha} - s \end{vmatrix} \equiv 0 \qquad (\text{mod}\, p).$$

Comme on a $ST = TS^s$, S étant une substitution d'ordre p du faisceau F, et s une racine de la congruence $A(s) \equiv 0 \pmod{p}$, *il suit de là que les racines de cette congruence satisfont aussi à la congruence* $s^q \equiv 1 \pmod{p}$.

» Si T n'est échangeable à aucune des substitutions du faisceau F, q divise l'entier $p^{\alpha-1} + p^{\alpha-2} + \ldots + p + 1$; d'ailleurs q doit aussi diviser $(p-1)$.

» Dans le cas $\alpha = 2$, si q divise $p+1$ (s'il est impair, il ne peut alors diviser $p-1$), $A(s)$ est en ce cas un polynome irréductible (mod p).

» Si $q = 3$, on obtient ainsi un groupe Ω d'ordre $p^2 q = 3p^2$, contenant $2p^2$ substitutions d'ordre 3, $p^2 - 1$ substitutions d'ordre p, et la substitution identique; p est un nombre premier de la forme $(6n-1)$, n étant entier.

» Les substitutions génératrices sont :

$$S = \prod_{h=1}^{k=3p} (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{hp}),$$

$$T = \prod_{h=1}^{h=3} \prod_{k=1}^{k=p} (x_{1+(h-1)p,k}\, x_{2+(h-1)p,k} \ldots x_{hp,k}),$$

$$U = \prod_{h=1}^{h=p} \prod_{k=1}^{k=p} [x_{hk}\, x_{-(1+a)h+\lambda k+p,\mu h+ak}\, x_{ah-\lambda k+2p,-\mu h-(1+a)k}],$$

a, λ et μ étant simplement assujettis à vérifier la congruence

$$\lambda\mu + a^2 + a + 1 \equiv 0 \qquad [\text{mod } (p = 6n - 1)],$$

les expressions $-(1 + a)h + \lambda k$, $ah - \lambda k$ sont prises suivant le (mod p).

» (B). Dans une Note précédente, j'ai annoncé dix types de groupes Ω d'ordre 16. J'en ai actuellement trouvé quinze types distincts.

» Je signale, en particulier, le suivant : les substitutions génératrices S et T, d'ordre 4, satisfont aux relations

$$ST = T^3 S^3, \quad S^2 T = TS^2, \quad S^3 T = T^3 S, \quad ST^2 = T^2 S, \quad S^2 T^2 = T^2 S^2,$$
$$S^3 T^2 = T^2 S^3, \quad ST^3 = TS^3, \quad S^2 T^3 = T^3 S^2, \quad S^3 T^3 = TS.$$

» Les substitutions génératrices sont

$$S = \prod_{h=1}^{h=4} (x_{h1}\, x_{h2}\, x_{h3}\, x_{h4}),$$

$$T = (x_{11} x_{44} x_{33} x_{32})(x_{12} x_{31} x_{34} x_{13})(x_{21} x_{44} x_{43} x_{22})(x_{23} x_{42} x_{41} x_{24}).$$

» (C). Voici un autre groupe, d'ordre 16, remarquable. Les substitutions génératrices sont

$$S = (x_{11} x_{21} x_{12} x_{22})(x_{31} x_{41} x_{32} x_{42})(x_{51} x_{61} x_{52} x_{62})(x_{71} x_{81} x_{72} x_{82}),$$

$$S' = (x_{11} x_{71} x_{12} x_{72})(x_{21} x_{81} x_{22} x_{82})(x_{31} x_{51} x_{32} x_{52})(x_{41} x_{61} x_{42} x_{62}),$$

$$T = (x_{11} x_{31})(x_{12} x_{32})(x_{21} x_{51})(x_{22} x_{52})(x_{41} x_{71})(x_{42} x_{72})(x_{61} x_{81})(x_{62} x_{82}).$$

» On a $ST = TS'$. Les substitutions génératrices du groupe associé sont

$$\overline{S} = (T, S^3 S' T)(ST, S'T)(S^2 T, SS'T)(S^3 T, S^2 S' T) = \overline{S'},$$
$$\overline{T} = (S, S')(S^3, S^2 S')(ST, S'T)(S^3 T, S^2 S' T).$$

» Il y a trois faisceaux :

$$F_1 = [1, S, S^2, S^3, S', SS', S^2 S', S^3 S'],$$
$$F_2 = [1, T, S^2, S^2 T, SS', SS'T, S^3 S', S^3 S'T],$$
$$F_3 = [1, ST, SS', S^2 S'T, S^2, S^3 T, S^3 S', S'T].$$

» (D). On peut énoncer le théorème suivant :

» *Un groupe* Ω *d'ordre* 2^{ϖ} n'ayant que des substitutions d'ordre 2, *a nécessairement toutes ses substitutions échangeables deux par deux.*

» (E). Dans le cas $R=p^4$ (p premier impair), je signale le type suivant, engendré par les substitutions

$$S=\prod_{h=1}^{h=p^2}(x_{h1}x_{h2}\ldots x_{hp^2}),$$

$$T=\prod_{k=1}^{k=p^2}\left[x_{1,k}\,x_{2+(k-1)ap,k+(k-1)bp}\,x_{3+2(k-1)ap,k+2(k-1)bp}\ldots x_{p^2+(p^2-1)(k-1)ap,k+(p^2-1)(k-1)bp}\right],$$

» On a $ST=TST^{ap}S^{bp}=T^{1+ap}S^{1+bp}$. Le groupe contient $p^2(p^2-1)$ substitutions d'ordre p^2, p^2-1 d'ordre p, et la substitution identique.

» (F). Remarquons le théorème qui suit :

» *Si* S *et* T *sont deux substitutions quelconques d'ordre* 2, *et que* ST *soit d'ordre* m, *le groupe engendré par* S *et* T *est d'ordre* $2m$.

» En posant $U=ST$, il sera engendré par les substitutions

$$U=(x_{11}x_{12}\ldots x_{1m})(x_{21}x_{22}\ldots x_{2m}),$$
$$S=(x_{11}x_{21})(x_{12}x_{2m})(x_{13}x_{2,m-1})\ldots(x_{1,m}x_{22}).$$

» Il contient m substitutions d'ordre 2 et les puissances de U.

» (G). Supposons S d'ordre σ, T d'ordre 2; soit $U=ST$, et appelons m l'ordre de U; on a

$$SU^{-1}=US^{-1}=T.$$

» *Exemple :* $\sigma=3$, $m=4$, le groupe engendré sera d'ordre 24; ses substitutions génératrices sont

$$\begin{aligned}S=\;&(x_{11}x_{21}x_{91})(x_{22}x_{31}x_{11,1})(x_{32}x_{41}x_{12,2})(x_{42}x_{12}x_{10,1})\\ &\times(x_{51}x_{61}x_{10,2})(x_{62}x_{71}x_{12,1})(x_{72}x_{81}x_{11,2})(x_{82}x_{52}x_{92}),\\ T=\;&(x_{11}x_{12})(x_{21}x_{22})(x_{31}x_{32})\ldots(x_{12,1}x_{12,2}).\end{aligned}$$

» Il y a quatre faisceaux engendrés chacun par une substitution d'ordre 3 et ses puissances, trois faisceaux engendrés chacun par une substitution d'ordre 4 et ses puissances, et trois faisceaux composés de substitutions d'ordre 2, chacun ne contenant que l'une des puissances des substitutions d'ordre 4.

» *Remarque.* — Dans ma Note du 29 avril dernier, β ne peut prendre que la valeur 1. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces algébriques admettant un groupe continu de transformations birationnelles en elles-mêmes.* Note de MM. **G. Castelnuovo** et **F. Enriques**, présentée par M. Picard.

« C'est à M. Picard que l'on doit la théorie générale des surfaces qui admettent des transformations birationnelles en elles-mêmes (¹).

» Ce savant a considéré en particulier le cas où le groupe de transformations se compose de ∞^2 transformations deux à deux échangeables, et il est parvenu à la classe si intéressante des surfaces *hyperelliptiques*, dont les travaux de MM. Picard et Humbert nous ont fait connaître les remarquables propriétés. Dans les autres cas, M. Picard a montré que la surface contient un (ou plus qu'un) faisceau de courbes rationnelles ou elliptiques, et il en a profité pour étudier la représentation paramétrique de la surface par les fonctions abéliennes. C'est précisément ce dernier cas que nous nous proposons d'approfondir au point de vue géométrique.

» Nous parlons toujours, dans la suite, de groupes *algébriques* de transformations; ce n'est pas là une restriction que nous imposons à notre surface; en effet, on démontre aisément que si un groupe continu de transformations birationnelles d'une surface algébrique en elle-même n'est pas algébrique, il est cependant contenu dans un groupe algébrique plus ample, auquel nous pouvons toujours nous rapporter. L'on voit aussi que le groupe plus ample de transformations (de la surface) deux à deux échangeables, auquel appartient une transformation donnée, est lui-même algébrique.

» Cela posé, nous avons plusieurs cas à distinguer par rapport aux groupes continus de transformations birationnelles d'une surface en elle-même.

» I. *Le groupe (algébrique) dépend d'un seul paramètre.* — Les ∞^1 transformations forment alors une série algébrique qui admet ∞^1 transformations birationnelles en elle-même, car le produit d'un élément (transformation) de la série par une transformation du groupe donné est un nouvel élément de la série; donc, d'après un théorème de M. Schwarz, la série (le groupe) a le genre zéro ou un. En correspondance, on a sur la surface un

(¹) *Mémoire sur la théorie des fonctions algébriques* (*Journal de Math.*, 1889); *Comptes rendus*, mars 1895; *Rendiconti del Circolo Mat. di Palermo*, giugno 1895.

faisceau de courbes de genre zéro ou un (toutes du même module), courbes décrites par les points de la surface lorsqu'on les transforme par les transformations du groupe; par chaque point de la surface, il passe une courbe de ce faisceau.

» Or ces courbes sont toutes de genre zéro si telle est une entre elles qui soit lieu d'un point mobile (alors même qu'il y aurait plus d'une transformation permettant de passer d'un point à un autre sur cette courbe; car, dans tous les cas, on voit que la série des transformations doit être rationnelle).

» On parvient à la même conclusion, si l'on connaît un point simple de la surface qui reste fixe dans toutes les transformations, car on peut toujours choisir une série rationnelle d'éléments infiniment petits autour de ce point, série que le groupe change en elle-même. On a donc ce théorème :

» *Si une surface algébrique admet un groupe (algébrique) dépendant d'un seul paramètre de transformations birationnelles en elle-même, la surface :*

» *a. Contient un faisceau de courbes de genre un, toutes ayant le même module, et n'a pas de points simples fixes;*

» *b. Ou bien elle contient un faisceau de courbes de genre zéro, et (d'après M. Nöther), elle peut être transformée en une surface réglée ou en une surface ayant un faisceau de coniques.*

» II. *Le groupe de transformations dépend de $m > 1$ paramètres, mais il est une seule fois transitif* (c'est-à-dire qu'il ne permet pas de passer d'un point quelconque de la surface à un autre point donné).

» En fixant alors sur la surface $m - 1$ points, on déduit du groupe un sous-groupe à un seul paramètre qui est rationnel, d'après le théorème précédent. Donc :

» *Une surface algébrique admettant un groupe algébrique de transformations birationnelles en elle-même, groupe qui dépend de plusieurs paramètres et qui est une seule fois transitif, peut être transformée en une surface réglée ou en une surface avec un faisceau de coniques.*

» III. *Le groupe de transformations dépend de deux paramètres et il est deux fois transitif.* — Si les transformations sont deux à deux échangeables, on a, comme nous l'avons dit, les surfaces que M. Picard a spécialement étudiées. Ce cas excepté, chaque sous-groupe du groupe donné est formé par ∞^1 transformations qui sont échangeables deux à deux, et il est par suite algébrique. En correspondance avec les ∞^1 sous-groupes, on a sur la surface ∞^1 faisceaux de courbes algébriques C.

» Or s'il y a une seule transformation du groupe qui change un point donné sur la surface en un autre point donné, alors par deux points quelconques de la surface il passe une seule courbe C; d'où l'on déduit aisément que les courbes C ont le genre zéro, et que leur système ∞^2 est linéaire; la surface elle-même est par suite rationnelle (unicursale). Si, au contraire, on peut passer d'un point donné sur la surface à un autre point par plusieurs transformations, on n'a qu'à répéter le même raisonnement, non plus sur la surface, mais sur la variété algébrique formée par les ∞^2 transformations, puisqu'il y a une seule transformation qui permet de passer (par multiplication) d'un élément donné de cette variété à un autre élément. On voit ainsi que le groupe ∞^2 des transformations est rationnel, et chaque sous-groupe ∞^1 est de même rationnel; on conclut donc, en revenant à notre surface, que les courbes C (correspondant à ces sous-groupes) sont rationnelles, et se divisent en ∞^1 faisceaux rationnels; enfin (d'après M. Nöther), la surface est encore unicursale.

» *Si une surface algébrique admet un groupe algébrique dépendant de deux paramètres et deux fois transitif de transformations birationnelles en elle-même:*

» *a. Ou les transformations sont deux à deux échangeables, et la surface appartient à la classe des surfaces hyperelliptiques (et dégénérescences);*

» *b. Ou bien c'est le contraire qui arrive, et la surface est rationnelle.*

» IV. *Le groupe de transformations dépend de $m \geqq 3$ paramètres, et il est plus qu'une fois transitif.* — En fixant sur la surface un nombre convenable de points et (s'il le faut) de directions partant de ces points, on déduit toujours du groupe un sous-groupe algébrique à un seul paramètre; en correspondance (cas I) on a sur la surface un faisceau de courbes rationnelles. Or si le faisceau change en changeant les points fixes, on déduit, comme ci-dessus, que la surface est rationnelle; si, au contraire, le faisceau ne change pas, les courbes dont il est formé sont permutées entre elles par les transformations du groupe, et le faisceau doit être de genre zéro ou un; dans le premier cas la surface est encore rationnelle. Enfin, on a le théorème :

» *Si une surface algébrique admet un groupe (fini, continu) dépendant de $m \geqq 3$ paramètres et plus qu'une fois transitif de transformations birationnelles en elle-même, la surface est rationnelle, ou peut être transformée en une surface réglée de genre un, ou en une surface contenant un faisceau elliptique de coniques.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les machines algébriques*. Note de M. **Léonardo Torres**, présentée par M. Marcel Deprez.

« Une formule algébrique exprime les relations qui existent entre les valeurs simultanées de plusieurs variables; une machine établit certaines relations entre les valeurs simultanées des espaces parcourus par plusieurs mobiles; c'est cette analogie qui permet de construire les machines algébriques. On y représente chaque variable par l'espace que parcourt un mobile, et la machine établit, entre les variables ainsi représentées, les relations exprimées dans la formule qu'on veut calculer mécaniquement.

» Dans les machines destinées à résoudre des équations algébriques, on peut et l'on doit, en vue des résultats pratiques, se servir toujours de mécanismes à liaison complète (pour que les relations entre les espaces soient sûrement établies et que les erreurs ne puissent jamais dépasser le maximum prévu) et n'admettre que des mécanismes sans fin; ceci permet de représenter les variables à une assez grande échelle, moyennant des mouvements d'une très grande amplitude.

» Considérons une équation dont toutes les variables soient susceptibles de valeurs imaginaires. Chaque variable A, étant réellement une fonction de deux autres, son module a, et son argument α, on la représentera par deux mobiles; deux disques gradués, par exemple, l'angle a_e décrit par l'un d'eux sera proportionnel à $\log a$ (on réduit ainsi l'amplitude des variations de a_e autant que cela est possible, sans faire croître l'erreur relative) l'angle α_e décrit par l'autre sera proportionnel à α. Les valeurs $\log a$ et α pouvant être représentées à l'échelle qu'on voudra, a_e et α_e vaudront souvent plusieurs circonférences. Nous appellerons *arithmophore* (nom proposé par M. Laavedra, dans son Rapport à l'Académie Royale de Madrid) l'appareil constitué par un de ces disques et les index nécessaires pour faire la lecture de la quantité représentée.

» On multiplie, à l'aide de trains d'engrenages ordinaires, les espaces a_e, α_e par les différents exposants $m, n, p, \ldots$, dont la variable A est affectée dans l'équation; on construit ainsi les espaces $ma_e, na_e, pa_e, \ldots$; $m\alpha_e, n\alpha_e, p\alpha_e, \ldots$, et l'on fait de même avec toutes les variables de l'équation proposée. Pour représenter le module M et l'argument Θ d'un monome A^m, $A_1^{m_1}$, $A_2^{m_2}$, ..., on fait mécaniquement les deux additions

$$(ma_e + m_1 a_{1e} + m_2 a_{2e} + \ldots), \quad (m\alpha_e + m_1 \alpha_{1e} + m_2 \alpha_{2e} + \ldots);$$

par la première on construit l'espace $M_e = \log M$ et, par la seconde, l'espace $\Theta_e = \Theta$. Après qu'on a ainsi représenté tous les monomes, il faut établir entre les espaces $M_e, M'_e, M''_e, \ldots, \Theta_e, \Theta'_e, \Theta''_e$, les relations

$$(1) \qquad \Sigma M \sin\Theta = 0; \qquad \Sigma M \cos\Theta = 0.$$

» Pour obtenir les valeurs $\log(M \sin\Theta)$ et $\log(M\cos\Theta)$, il faudrait construire des espaces proportionnels à $\log\sin\Theta$ et $\log\cos\Theta$, ce qui est impossible à cause des valeurs négatives de ces lignes trigonométriques. On tourne la difficulté en mettant

$$\sin\Theta = (C + \sin\Theta) - C; \qquad \cos\Theta = (C + \cos\Theta) - C,$$

et, par conséquent,

$$\Sigma M(\sin\theta + C) = C\Sigma M; \qquad \Sigma M(C + \cos\theta) = C\Sigma M.$$

C étant plus grande que l'unité, $\log(C + \sin\theta)$ et $\log(C + \cos\theta)$ sont des fonctions circulaires que l'on sait construire avec des mécanismes sans fin. On peut donc construire des espaces $T_e, T'_e, T''_e, \ldots$ proportionnels aux logarithmes de chacun des termes contenus dans les trois sommes ci-dessus. On obtient le logarithme de chacune des sommes en suivant la méthode de Gauss. On retranche T'_e de T_e, pour obtenir un espace $U_e = \log \frac{T}{T'}$; on engendre un espace $V_e = \log(10^{U_e} + 1)$, et l'on fait l'addition

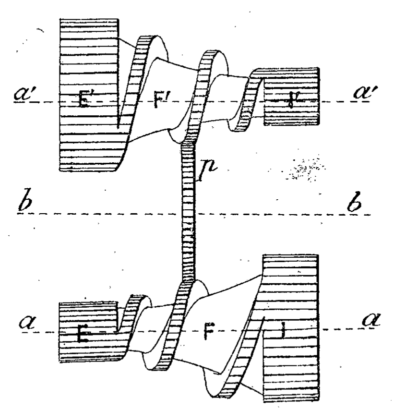
$$V_e + T'_e = S_e = \log(T + T').$$

» On combine de même S_e et T''_e pour obtenir la valeur $\log(T + T' + T'')$ et ainsi de suite. Les additions et les soustractions mécaniques, dont nous venons de parler, n'offrent nulle difficulté, mais il faut, pour remplacer les Tables de logarithmes additifs, établir entre les espaces parcourus par deux mobiles la relation $V_e = \log(10^{U_e} + 1)$. Ne pouvant pas y arriver directement, parce que le rapport des vitesses diminue indéfiniment en même temps que 10^{U_e}, on construit séparément les deux équations

$$V'_e = \log(10^{U_e} + 1) + mU_e, \qquad V''_e = -mU_e$$

et l'on retranche après V''_e de V'_e. La première de ces deux équations, la seule qu'il est besoin de considérer, représente une courbe avec deux asymptotes, les droites $V'_e = mU_e$, $V'_e = (m+1)U_e$. On peut supposer qu'elle se confond avec la première de ces droites pendant que U_e est

moindre que $-$ J et avec la seconde pendant que U_e est plus grande que J. Ainsi modifiée la relation entre les espaces se construit au moyen de l'appareil (*fig.* 1).



» Il se compose de deux fusées F, F' qui tournent autour des axes *aa*, *a'a'* et de la roue parasite P qui peut tourner et glisser sur son axe *bb*. Ce dernier est toujours parallèle aux *aa*, *a'a'* et placé dans le même plan qu'eux, mais il peut se rapprocher de l'un ou de l'autre, suivant les cas. La roue P engrène avec les deux bouts cylindriques E, E' des fusées quand $U_e < -J$, et avec les deux bouts I, I' quand $U_e > J$; établissant dans le premier cas le rapport de vitesse m, et dans le second cas le rapport $m+1$. Pendant que U_e passe de la valeur $-J$ à la valeur $+J$, la roue P parcourt les deux spirales établissant le rapport de vitesses $\frac{10^{U_e}}{10^{U_e}+1}+m$. Les passages de la roue P des spirales aux bouts cylindriques et réciproquement, seront commandés par la dernière roue d'un compteur, qui fera un seul tour pendant que les fusées en feront des centaines ou des milliers. Les espaces U_e et V_e pourront donc varier entre des limites aussi étendues qu'on voudra, et ces fusées peuvent être pratiquement considérées comme un mécanisme sans fin.

» On arrivera par les moyens indiqués à construire une machine dans laquelle les espaces S_e, S'_e, S''_e parcourus par les roues S, S', S'' seront proportionnels respectivement aux valeurs $\log C\Sigma M_e$, $\log\Sigma M_e(C+\sin\Theta_e)$, $\log\Sigma M_e(C+\cos\Theta_e)$. On fera ces trois espaces égaux en donnant à toutes les variables des valeurs qui satisfassent les équations (1), et on liera les trois roues ensemble, de sorte qu'elles marchent toujours du même pas. A partir de ce moment, l'équation donnée est représentée, puisque les va-

leurs simultanées qu'on lira dans tous les arithmophores doivent forcément la satisfaire.

» On pourra représenter, dans une même machine, plusieurs équations simultanées, et, en répétant les mêmes constructions cinématiques, on peut représenter en même temps plusieurs systèmes de racines.

» Les machines se simplifient beaucoup quand il s'agit de calculer seulement des racines réelles, et c'est alors surtout qu'elles pourront être utilisées.

» Le modèle que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie calcule, avec $\frac{\pm 1}{100}$ d'erreur relative, la racine réelle des équations

$$x^9 + Ax^8 - B = 0, \qquad x^9 + Ax^7 - B = 0. \text{ »}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Vibrations du diapason dans un champ magnétique.* Note de M. **Maurain**, présentée par M. Mascart.

« On sait, par diverses expériences antérieures, que l'aimantation modifie les propriétés élastiques des corps. On peut montrer commodément cette action en plaçant un diapason dans un champ magnétique : le nombre de vibrations qu'il effectue par seconde est modifié, et cela d'une façon qui dépend de son orientation dans le champ.

» J'ai fait trois séries d'expériences. Dans les deux premières, l'axe du diapason était perpendiculaire au champ, le plan de ses branches étant disposé de telle sorte que les vibrations s'effectuaient parallèlement ou perpendiculairement au champ; celui-ci était produit par un électro-aimant de Ruhmkorff. Dans la troisième série, l'axe du diapason était parallèle au champ, l'orientation du plan de ses branches étant d'ailleurs indifférente; le champ était alors produit par une bobine à l'intérieur de laquelle était le diapason, l'extrémité des branches dépassant seulement pour qu'on pût le mettre en mouvement.

» Les vibrations étaient comparées, par inscription, à celles d'un autre diapason placé en dehors du champ.

» Les nombres qui suivent indiquent les rapports des nombres de vibrations effectuées pendant le même temps par le diapason observé et le diapason extérieur de comparaison.

» 1° *Axe perpendiculaire et plan de vibration parallèle au champ.*

Intensité du courant magnétisant (en ampères)	0	2	4,1	7,8	12	16,7
Rapports	1,8327	1,8249	1,8158	1,7873	1,7748	1,7624

» Le nombre de vibrations diminue à mesure que le champ augmente, cette diminution atteignant 3,8 pour 100 pour le champ le plus élevé, d'environ 6350 unités C. G. S.

» 2° *Axe et plan de vibration perpendiculaires au champ.*

Intensité du courant............	0	4,9	9,6	17,25	11,8
Rapports........	1,8387	1,8396	1,8407	1,8460	1,8526

» Ici le nombre de vibrations augmente avec le champ, cette augmentation atteignant 0,75 pour 100 pour un champ de 6530 unités C. G. S.

» 3° *Axe parallèle au champ.*

Valeur du champ....	0	225	427	503	697	787	1090
Rapports...	1,8350	1,8361	1,8371	1,8380	1,8393	1,8402	1,8420

» Le nombre de vibrations augmente de 0,38 pour 100 pour un champ de 1090 unités.

» Chacun des nombres donnés est la moyenne des résultats de plusieurs mesures, trois au moins, les écarts entre ces résultats étant d'ailleurs très faibles : ils ne portaient que sur une ou deux unités, au plus, du chiffre des millièmes, et souvent seulement sur le chiffre des dix-millièmes.

» Si les nombres qui correspondent aux mesures faites dans un champ nul pour chacune des trois séries ne sont pas les mêmes, cette circonstance tient au changement des styles en roseau qui servaient à l'inscription.

» Dans la première série d'expériences, où les variations étaient le plus considérables, j'ai constaté un effet bien marqué d'hystérésis ; en faisant parcourir au courant un cycle fermé, la diminution du nombre de vibrations, pour une même intensité, était plus grande au retour qu'à l'aller. Les nombres indiqués plus haut correspondent à des expériences dans lesquelles le courant avait été progressivement élevé de 0 à l'intensité voulue; voici maintenant les résultats obtenus lorsque le courant avait d'abord été élevé au maximum, puis ramené à l'intensité convenable :

Intensité du courant...	0	2	4,1	7,8	12
Rapports...........	1,8308	1,8224	1,8076	1,7861	1,7726

» Cet effet n'est probablement pas dû au diapason lui-même, les vibrations devant empêcher tout retard d'aimantation. Il pouvait provenir soit d'un retard dans l'action du champ sur l'élasticité de l'acier, soit du retard d'aimantation des armatures de l'électro-aimant, soit encore de ces deux causes à la fois.

» On doit remarquer que, dans les expériences précédentes, la valeur

réelle de la force magnétisante à l'intérieur des branches du diapason ne pourrait être appréciée qu'en tenant compte de la force démagnétisante due au magnétisme induit.

» Les vibrations s'amortissent d'autant plus rapidement que le champ est plus intense; cet amortissement est dû, au moins pour la plus grande partie, aux courants dits *de Foucault* qui tendent à s'opposer au mouvement.

» J'ai fait aussi quelques expériences au moyen d'une barre de laiton placée à l'intérieur de la bobine magnétisante et vibrant transversalement, mais je n'ai pu déceler aucune influence du champ magnétique, les différences entre les nombres trouvés étant de l'ordre des erreurs d'expérience. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nouvelles photographies de l'éclair.* Note de M. **N. Piltschikoff**, présentée par M. Mascart.

« Le 26 mai dernier, à $8^h 30^m$ du soir, j'ai photographié dans des conditions assez favorables plusieurs éclairs pendant l'orage qui traversa Odessa de SW à NE. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie trois photographies des éclairs typiques, que l'on pourrait désigner sous les noms d'*éclair-bande*, *éclair-tube* et *éclair-trombe*. J'ai rencontré les deux premiers types d'éclair (bande et tube) dans tous les orages, tandis que je n'ai obtenu les éclairs-trombe qu'une seule fois, le 26 mai.

» L'éclair-bande se présente, sur la photographie, sous forme d'un ruban qui fait des plis multiples sans se tordre. La largeur réelle de la bande lumineuse, d'après l'épreuve obtenue avec un objectif *extra-rapide Dallmeyer*, n° 57383, surpasse $12^m,5$. La bande sort d'un nuage, s'affaiblit et finit dans l'espace sans qu'on puisse distinguer la dernière partie de sa route.

» Pendant un autre orage à Odessa, le 13 juin dernier, une bande lumineuse avait sur la plaque une largeur de $0^{mm},75$; l'éclair jaillissant à une distance supérieure à 10^{km}, sa largeur était donc en réalité de plus de 62^m. Une autre bande (orage à Kharkow, le 2 juillet 1891) était large au moins de 21^m.

» La seconde photographie représente un éclair-tube. La surface latérale du tube paraît être très semblable à la surface latérale des fulgurites, avec les mêmes rétrécissements, les mêmes changements de direction. Le

diamètre du tube est de 15^m environ. Dans l'orage observé à Kharkow, un éclair-tube avait une largeur de 21^m.

» Le troisième type d'éclair se présente sous une forme qui ressemble beaucoup à une trombe. Cette ressemblance est-elle purement fortuite, ou tient-elle à une cause générale, une giration qui ferait monter ou descendre les masses d'air humide et raréfié? Je n'ose pas me prononcer sur ce point si obscur et si intéressant de Météorologie électrique. La question de la nature intime de l'éclair n'est pas facile à résoudre. L'opinion souvent admise que les décharges disruptives de nos sources électriques sont en tous points semblables, à part les dimensions, aux éclairs réels, est peut-être un peu hasardée. Peut-on obtenir, avec des machines électrostatiques, ou avec des courants électriques à haut potentiel et haute fréquence, les décharges en forme de bande, de tube ou de trombe? J'ai essayé l'expérience sans y réussir.

» Sur plusieurs de mes photographies, on peut voir, en même temps que les éclairs-bandes, des éclairs en lignes très fines, ce qui démontre décidément que la forme des éclairs en bandes est absolument indépendante des déplacements fortuits de l'appareil photographique. Cette forme de l'éclair doit avoir une corrélation intéressante avec les draperies des aurores boréales. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouvel élément de pile*. Note de M. **Morisot**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie un nouvel élément de pile qui me semble avantageux par sa force électromotrice, plus grande que celle des couples usuels, et aussi par son intensité sensiblement constante.

» Cet élément est constitué de la manière suivante :

» 1° Le pôle positif est une lame de charbon de cornues plongée dans le vase extérieur, au milieu du liquide dépolarisant. Celui-ci se compose d'un volume d'acide sulfurique mêlé à trois volumes d'eau qu'on a préalablement saturée à froid de bichromate de potasse. Des cristaux de ce sel, maintenus par un entonnoir court dans la partie supérieure du liquide, maintienent la saturation.

» 2° Un premier diaphragme en terre poreuse, immergé dans le liquide dépolarisant, contient une dissolution étendue de soude caustique (densité = 1,05 environ).

» 3° La lame de zinc amalgamé, qui est le pôle négatif, plonge au milieu d'un second diaphragme intérieur au premier, dans une solution concentrée de soude caustique. La même substitution, faite en 1880, par M. Reynier dans la pile de Daniell, élève la force électromotrice de cette dernière de $1^{volt}, 1$ à $1^{volt}, 6$ environ ; soit très sensiblement, le même accroissement (densité = 1,25 environ).

» La force électromotrice de cet élément est de $2^{volts}, 5$ au début. Elle se maintient ensuite au-dessus de $2^{volts}, 4$ pendant dix heures au moins d'action non interrompue.

» La résistance intérieure est de $0^{ohm}, 8$ environ : elle varie du reste avec l'épaisseur et la structure des diaphragmes.

» Dans les expériences que j'ai faites, les volumes employés étaient :

Pour le liquide dépolarisant	600^{cc}
Pour la soude faible	130
Pour la soude concentrée	110

» Dans ces conditions, l'intensité s'est maintenue très près des valeurs suivantes :

$0^{amp}, 423$ pour une résistance interposée de 5 ohms.
$0^{amp}, 220$ pour une résistance interposée de 10 ohms.

» Elle est donc restée sensiblement constante dans les deux cas, malgré la différence de débit.

» Si le circuit est fermé aussitôt après la constitution de l'élément, la résistance est d'abord plus grande et, par suite, l'intensité moindre.

» Le régime régulier s'établit à peu près une heure plus tard, quand les diaphragmes sont suffisamment imprégnés. On obtient de suite le régime définitif si l'on ferme le circuit seulement après que les diaphragmes sont imprégnés.

» C'est la substitution de la solution alcaline à l'eau acidulée baignant le zinc dans la pile de Poggendorff qui élève la force électromotrice de $2^{volts}, 1$ à $2^{volts}, 5$. En effet, la même substitution, faite dans la pile de Bunsen, donne $2^{volts}, 25$ au lieu de $1^{volt}, 85$, c'est-à-dire le même accroissement $0^{volt}, 4$.

» Mais, si l'on se borne à ce seul changement, l'avantage devient bientôt illusoire, à cause de l'augmentation rapide de la résistance. La soude se change en chromate neutre, et l'on trouve sur le zinc et autour de lui un abondant dépôt d'hydrate d'oxyde de zinc. Ces actions, dues à la modifica-

tion des liquides, l'un par l'autre, à travers les pores du diaphragme, sont considérablement ralenties, et leur effet atténué, par l'interposition du liquide alcalin faible contenu entre les deux diaphragmes. Cette addition n'augmente pas beaucoup la résistance, et elle offre l'avantage d'assurer une constance presque absolue, surtout si l'on renouvelle partiellement de temps en temps la soude, faible intermédiaire. Ce renouvellement s'impose, du reste, car on voit bientôt le niveau baisser entre les deux diaphragmes. On obtient un bon résultat en retirant avec une pipette, de trois heures en trois heures environ, un peu de ce liquide intermédiaire qui s'est coloré, et en rétablissant le niveau au moyen de soude faible neuve; j'employais 40^{cc} pour chaque renouvellement.

» L'emploi de la potasse, au lieu de soude, n'offre aucun avantage; non plus que l'emploi du bichromate de soude au lieu de bichromate de potasse dans le liquide dépolarisant.

» J'ai constaté que le zinc est beaucoup moins attaqué que dans l'élément de Poggendorff et tous ceux où ce métal baigne dans l'eau acidulée. Ici la dépense de zinc est, en partie, remplacée par la dépense de soude. S'il y avait dépense de zinc égale, on devrait avoir une force électromotrice de $3^{volts},1$: en effet, un couple normal, dont le zinc est remplacé par un charbon et où les liquides agissent seuls, donne 1 volt au début.

» Après une dizaine d'heures d'action continue, on trouve le zinc couvert d'un enduit gris. On peut lui rendre son poli et ses qualités du début, en le retirant de la pile et le plongeant, quelques instants seulement, dans de l'eau acidulée, qui dissout rapidement l'enduit. L'élément reconstitué, même sans qu'on ait changé ou renouvelé partiellement les liquides, reprend alors sa marche presque comme au début. On voit ainsi que les liquides pourraient servir encore longtemps.

» Enfin, j'ai remarqué que, si la pile doit fonctionner seulement pendant deux ou trois heures, pour des expériences de démonstration, par exemple, on peut se dispenser d'amalgamer le zinc. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action de l'aniline sur l'iodure mercureux.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. Troost.

« L'action de l'aniline sur l'iodure mercurique est depuis longtemps connue. On sait que l'aniline dissout l'iodure mercurique et s'y combine en formant l'iodure de diphénylmercurodiammonium $HgI^2(C^6H^5AzH^2)^2$. Je me suis proposé d'étudier l'action de l'aniline sur l'iodure mercureux.

» 1° L'aniline agit à froid sur l'iodure mercureux; il suffit pour observer cette action de mettre en contact l'iodure avec un grand excès d'aniline. En plaçant dans un tube à essais 10^{gr} d'aniline et $0^{gr},50$ d'iodure mercureux et agitant, on voit le protoiodure remplacé par des globules de mercure; l'aniline contient le composé $HgI^2(C^6H^5AzH^2)^2$. L'aniline agit donc comme l'iodure de potassium; en sa présence, l'iodure mercureux est décomposé en mercure et iodure mercurique auquel elle se combine.

» A la température de l'ébullition de l'aniline, la même action s'opère avec plus d'énergie. Si l'on chauffe jusqu'à l'ébullition, dans un tube, 10^{gr} d'aniline et 3^{gr} d'iodure mercureux, on voit après quelques instants l'iodure disparaître; il est remplacé par un globule net et brillant de mercure. Ces actions devraient être exprimées par l'équation suivante :

$$Hg^2I^2 + 2C^6H^5AzH^2 = HgI^2(C^6H^5AzH^2)^2 + Hg.$$

» 2° Si l'on emploie l'iodure mercureux en proportion plus grande encore que dans les expériences précédentes, on observe tant à froid qu'à l'ébullition que la décomposition est incomplète. L'aniline contient de l'iodure mercurique et il reste de l'iodure mercureux non décomposé mêlé de mercure métallique. C'est ce qu'on observe en employant pour 10^{gr} d'aniline, 7^{gr} de protoiodure; et cependant l'aniline est en quantité plus que suffisante pour décomposer tout l'iodure mercureux d'après l'équation donnée plus haut.

» 3° Enfin vient-on à dissoudre 10^{gr} d'iodure mercurique dans 10^{gr} d'aniline à une douce chaleur, on obtient une solution limpide. Si dans cette solution on ajoute du mercure métallique, on voit aussitôt, tant à chaud qu'à froid, le mercure se ternir, puis se transformer par agitation en protoiodure verdâtre qui forme une couche très épaisse au fond du vase. Il se produit donc ici une action contraire de la première.

» Dans le premier cas, l'iodure mercureux était décomposé en mercure et iodure mercurique au sein de l'aniline; dans le dernier, l'iodure mercurique et le mercure se combineront pour former de l'iodure mercureux. Cette formation d'iodure mercureux s'arrête d'ailleurs alors que la liqueur contient encore beaucoup d'iodure mercurique en solution et beaucoup de mercure libre.

» En résumé, *la décomposition de l'iodure mercureux par l'aniline est limitée* et il en est de même de la combinaison de l'iodure mercurique et du mercure en présence de l'aniline. J'ai trouvé que, *lorsque l'état d'équilibre est atteint, le liquide contient toujours, pour la température de l'ébullition de l'aniline* (182°), $26^{gr},35$ *d'iodure mercurique pour* 100^{gr} *du mélange*. C'est donc la quantité d'iodure mercurique contenue dans l'aniline qui limite la décomposition et la combinaison inverse. Je n'ai pas déterminé la teneur en iodure mercurique au moment de l'équilibre pour des températures autres que celle de l'ébullition.

» Pour déterminer cette teneur du liquide en iodure mercurique, lorsque l'équilibre est atteint, je chauffe au bain de sable dans un petit matras surmonté d'un ré-

frigérant à reflux, 70gr d'iodure mercureux intimement mêlés à 100gr d'aniline. L'ébullition établie, j'agite presque constamment pendant cinq minutes sans laisser tomber l'ébullition et décante aussitôt un échantillon du liquide limpide surnageant et bouillant, soit 20gr environ. Cet échantillon placé dans un flacon bouché est abandonné pendant trois heures dans une étuve chauffée à 50°. L'aniline laisse déposer pendant ce refroidissement un peu d'iodure mercureux qu'elle tenait en dissolution; puis elle est filtrée dans la même étuve vers 50°, cette température ayant été reconnue suffisante pour éviter la cristallisation du composé $HgI^2(C^6H^5AzH^2)^2$.

» J'en fais l'analyse par voie sèche au moyen de la chaux sodée [1], en versant dans le tube à analyse garni de chaux sodée jusqu'en son milieu une prise d'essai de 2gr à 3gr du liquide. Ce liquide étant absorbé, le tube est rempli de chaux sodée. Dans ce cas spécial, il distille en même temps que du mercure métallique de l'aniline non décomposée; aussi la partie effilée du tube doit-elle être très longue et plonger, non dans l'eau, mais dans l'alcool qui dissout l'aniline à mesure qu'elle distille. Enfin, il convient, la distillation du mercure terminée, de chauffer pendant deux ou trois heures le tube à analyse pour détruire une certaine quantité de charbon qui nuirait à la détermination de l'iode.

» J'ai déterminé également la teneur en iodure mercurique correspondant à l'équilibre établi en partant du mercure et de l'iodure mercurique.

» A cet effet, j'ai chauffé au bain de sable jusqu'à l'ébullition, dans un matras, 100gr d'aniline et 70gr d'iodure mercurique. A l'ébullition, la dissolution est complète et le liquide parfaitement limpide; j'ai alors ajouté 200gr de mercure préalablement chauffé et, sans laisser tomber la température, j'ai agité presque continuellement pendant dix minutes; après quelques instants d'ébullition, un échantillon du liquide a été prélevé, comme il a été dit plus haut. L'analyse pratiquée comme précédemment a donné les mêmes chiffres, c'est-à-dire que l'équilibre est atteint lorsque 100gr de liqueur contiennent 26gr,17 d'iodure mercurique.

» On a employé à dessein, dans cette expérience, un grand excès de mercure, de façon que l'équilibre fût atteint rapidement. Il est nécessaire, en effet, d'opérer rapidement, pour éviter la formation de matières colorantes rouges qui prennent naissance par contact prolongé à chaud de l'aniline et des iodures de mercure, l'aniline étant alors profondément modifiée.

» Il n'est pas superflu de dire que, si l'on prolonge pendant plus de cinq ou dix minutes l'action de la chaleur, le résultat limite n'est pas sensiblement modifié; il l'est cependant à la longue par des réactions secondaires.

» II. L'action de l'aniline sur l'iodure mercureux est en tout comparable à l'action de l'eau sur certains sels (azotate de bismuth, sulfate mercurique, etc.) étudiée par M. Ditte, et obéit à des lois analogues. La décomposition est régie par la quantité d'iodure mercurique contenue dans

---

(1) FRANÇOIS, *Dosage du mercure en présence de l'iode* (*Journal de Pharm. et de Ch.*, 5e série, t. XXIX, p. 67).

l'aniline, la quantité pour laquelle la décomposition s'arrête étant d'ailleurs variable avec la température, mais fixe pour une température donnée. A 182°, la décomposition s'arrête lorsque 100gr de la liqueur contiennent en chiffres ronds, 26gr d'iodure mercurique.

» III. Cette action de l'aniline offre une application intéressante. La solution d'iodure mercurique dans l'aniline, contenant plus de 26gr pour 100, ne décompose pas l'iodure mercureux à 182°; on observe qu'elle le dissout assez abondamment. Il suffit donc de préparer une telle solution et de la faire agir à l'ébullition sur l'iodure mercureux pour obtenir une solution de ce dernier, solution qui déposera des cristaux d'iodure mercureux par refroidissement. On ne connaissait jusqu'ici aucun dissolvant de l'iodure mercureux.

» On opère de la façon suivante : Dans un matras, on chauffe au bain de sable 500gr d'aniline et 250gr de biiodure de mercure; après dissolution de ce dernier, on ajoute 20gr de protoiodure de mercure. On agite fréquemment et l'on maintient l'ébullition pendant cinq minutes environ. On filtre aussitôt au papier dans une étuve chauffée à 170°-180°; puis laissant le liquide dans l'étuve, on en fait tomber lentement la température en supprimant la source de chaleur. Ici encore, il est utile de ne pas laisser le liquide revenir à une température inférieure à 50°, pour éviter la cristallisation du composé $HgI^2(C^6H^5AzH^2)^2$.

» Pendant le refroidissement, il s'est déposé des cristaux de protoiodure; on les reçoit sur un filtre et les lave avec un mélange d'alcool et d'éther. Le rendement est de 5gr,75 pour les quantités indiquées. L'aniline s'est colorée en rouge et est restée chargée d'iodure mercurique; on peut s'en servir de nouveau pour opérer une nouvelle dissolution du protoiodure; il suffit de la verser sur l'excès de protoiodure resté dans le matras et de porter de nouveau à l'ébullition. Le rendement en cristaux est le même. Cette expérience peut être recommencée plusieurs fois.

» Une autre particularité mérite encore d'être signalée. L'excès de protoiodure resté non dissous, qui était amorphe avant l'action, se retrouve, après le chauffage, tout entier composé de très petits cristaux, fort nets, observables au microscope à un fort grossissement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'hypoazotide sur l'acide campholénique.* Note de MM. **A. Béhal** et **Blaise**, présentée par M. Friedel.

« Lorsqu'on fait passer un courant d'anhydride hypoazotique sur de l'acide campholénique inactif, on voit bientôt les cristaux se colorer en bleu, puis fondre en un liquide épais présentant la même coloration. Les résultats obtenus varient avec la quantité d'hypoazotide fixée.

» Si l'on fixe une molécule de AzO^2, et si l'on traite le liquide bleu par une solution saturée de bicarbonate de potassium, il reste à l'état insoluble une huile bleue qui se solidifie bientôt. La masse est essorée et mise à cristalliser dans deux fois son poids d'alcool à 80°.

» On obtient ainsi de minces lamelles d'un bleu analogue à celui du sulfate de cuivre. Ce corps fond à 134°,5 et répond à la formule

$$C^{10}H^{15}AzO^3.$$

» Il est neutre, ne décompose pas les bicarbonates alcalins et peut se présenter sous deux modifications que nous désignerons sous les noms de *céruléonitrosocampholénolide* et *leuconitrosocampholénolide*.

» Cette dernière s'obtient facilement en abandonnant à la lumière diffuse, pendant deux ou trois jours, une solution alcoolique de la modification bleue : il se dépose peu à peu une poudre amorphe blanche, qu'on sépare par essorage.

» La modification blanche est insoluble à froid dans l'alcool, le benzène, l'acide acétique, le chloroforme, etc., dissolvants où le corps bleu est très soluble. A chaud, la dissolution s'opère, mais après passage à la forme colorée, et l'on obtient une liqueur bleue. De même, sous la seule influence de la chaleur, le corps blanc fond en une huile bleue. Les deux modifications présentent d'ailleurs la même composition centésimale et la forme blanche ne doit constituer qu'un polymère de la forme bleue. Malheureusement, la chaleur et la dissolution transformant la modification blanche en modification bleue, il est impossible d'en déterminer le poids moléculaire.

» M. Tanret a observé un fait analogue en étudiant l'azocamphène (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 749).

» Traitée avec précaution par la potasse alcoolique, la céruléonitrosocampholénolide réagit énergiquement et donne un dérivé azoïque ou azoxique rouge que l'amalgame de sodium décolore et qui reprend sa couleur primitive lorsqu'on le traite avec ménagement par l'oxyde mercurique. La matière colorante rouge, traitée par l'amalgame de sodium, réduit à froid la liqueur de Fehling.

» Chauffée à ébullition avec l'étain et l'acide acétique, la céruléonitrosocampholénolide donne deux produits : une lactone non saturée fusible à 31°,5 et un acétate d'amine qui fond à 97°.

» *Acide nitrocampholénique*. — On l'obtient en faisant agir l'hypoazotide en excès sur l'acide campholénique.

» Ce corps fond à 175° et sa composition est représentée par $C^{10}H^{15}AzO^4$: obtenu

déjà par MM. Kachler, Spitzer, Swarts et Zürrer, il est désigné sous le nom impropre d'*acide nitrocampholénique,* car, comme nous allons le montrer, ce n'est pas un acide.

» L'acide nitrocampholénique, que nous nommerons *nitrocampholénolide,* ne possède pas de fonction acide : en effet, il ne rougit pas le tournesol en solution hydroalcoolique et ne décompose pas les bicarbonates alcalins.

» Si l'on fait bouillir pendant une heure la nitrocampholénolide avec du bicarbonate de potassium, on la voit se transformer peu à peu en huile insoluble qui surnage la liqueur aqueuse et qu'on distille dans le vide. A 193°, sous 17^{mm}, passe un liquide qui cristallise par refroidissement. Les cristaux fondent à 31°, 5. Le corps ainsi obtenu ne renferme plus d'azote et répond à la formule $C^{10}H^{14}O^{2}$.

» Le corps $C^{10}H^{14}O^{2}$ est une didéhydrocampholénolide. En effet, il se dissout à l'ébullition dans les alcalis caustiques et la liqueur, acidulée après refroidissement, abandonne à l'éther un acide cétonique qu'on purifie par cristallisation dans le benzène ou l'alcool étendu. Il se présente en aiguilles prismatiques insolubles dans l'eau, très solubles dans l'alcool et le benzène, peu solubles dans l'éther de pétrole.

» Ce corps a pour composition $C^{10}H^{16}O^{3}$: c'est l'acide dihydrocétocampholénique. Chauffé rapidement, il fond à 126°, mais on peut le faire fondre à 112° en le maintenant longtemps à cette température. Ce fait s'explique facilement, car l'acide cétonique se transforme déjà en lactone à une température peu supérieure à 100°. Il décompose énergiquement à froid les bicarbonates alcalins et rougit le tournesol.

» Maintenu quelque temps à 150°, l'acide dihydrocétocampholénique perd de l'eau et régénère la lactone d'où on est parti pour le préparer.

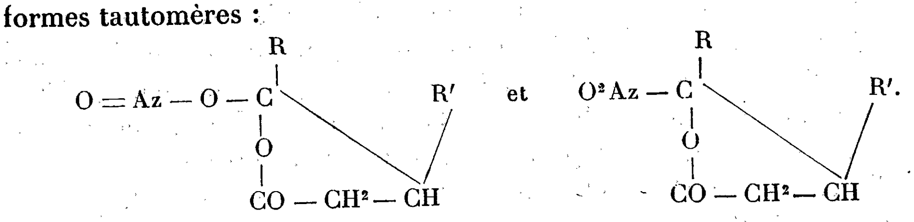
» La réduction de l'acide nitrocampholénique a déjà été effectuée par MM. Kachler et Spitzer qui ont obtenu le chlorhydrate de l'amine correspondante et son chloroplatinate (*Mon. f. Chem.,* 4, 650).

» Le chlorhydrate chauffé se sublime partiellement vers 200° sans décomposition, tandis qu'une autre partie est décomposée avec formation de lactone; il fond très mal vers 260°. Sa composition est représentée par la formule $C^{10}H^{17}AzO^{2}, HCl$. L'acétate peut servir de sel caractéristique, il cristallise bien dans l'alcool absolu et fond à 97°.

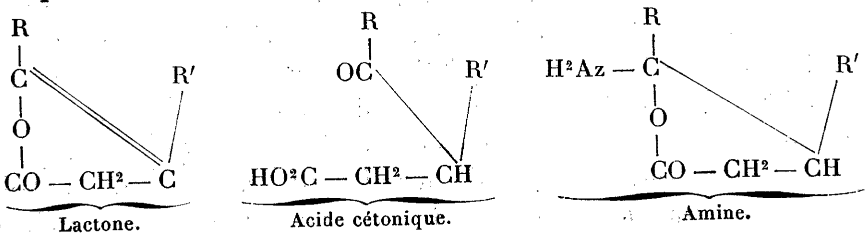
» *Constitutions.* — Les différents faits que nous avons exposés nous permettent d'établir la constitution des dérivés obtenus ou, tout au moins, celle du groupement fonctionnel mis en jeu. Nous nous occuperons d'abord de l'acide nitrocampholénique. Ce corps possède une fonction lactonique. En effet, traité par les bicarbonates alcalins à l'ébullition, il donne, comme nous l'avons vu, une lactone : la fonction lactonique préexiste donc dans l'acide nitrocampholénique, car si ce corps avait une fonction acide, il aurait donné un sel de sodium incapable de fournir ultérieurement la lactone. De plus, il est neutre aux réactifs colorés dans les conditions de l'expérience. Quant au groupement AzO^{2}, il peut exister sous deux formes vraisemblablement tautomères : la forme dérivé nitré et la forme éther nitreux; l'une ou l'autre se manifestant suivant le réactif employé.

» Enfin, la formation d'une lactone non saturée et d'un acide cétonique stable exige que le groupement AzO^2 soit en γ ou δ, à l'endroit même où est créée la fonction lactonique; à toute autre place, en effet, il créerait une fonction alcool qui n'aurait pas de raison de s'éliminer.

» Nous pouvons donc représenter la nitrocampholénolide par les deux formes tautomères :



» La lactone, l'acide cétonique et l'aminocampholénolide seront représentés par les schémas :



Lactone. Acide cétonique. Amine.

» Il y a incertitude sur la position de la liaison éthylénique, celle-ci pouvant être en γ ou δ; à cause de la stabilité de la lactone et de sa tendance à se former, nous supposons arbitrairement qu'elle est en γ.

» Quant à la céruléonitrosocampholénolide, elle fournit une lactone et une amine identiques à celles que donne la nitrocampholénolide; de plus, ainsi qu'il résulte de l'action de la potasse alcoolique, c'est un dérivé nitrosé : sa constitution sera donc la suivante

R
OAz — C — R′.
O
CO — CH² — CH

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de condensation de l'aldéhyde isovalérique*. Note de M. L. **Kohn**, présentée par M. Friedel.

« La Note de MM. Barbier et Bouveault sur un produit de condensation de l'aldéhyde valérique (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 1421), ainsi que la

Notice y relative de M. Ch. Friedel (*ibid.*, p. 1394), me donnent lieu à faire quelques remarques sur le même sujet, dont je me suis occupé dans le laboratoire de M. Lieben, depuis octobre 1894. Le point de départ de mon travail a été d'examiner si la potasse alcoolique avec l'aldéhyde isovalérique donne lieu à une condensation analogue à celle observée par M. Fossek avec l'aldéhyde isobutyrique, qui produit des glycols secondaires. Ce n'est pas le cas. J'ai obtenu deux corps, dont l'un bouillant à 82° sous la pression de 15^{mm}, ou à 187° sous 746^{mm}, me semble identique avec celui que mes prédécesseurs dans ces études, MM. Kekulé, Borodine, Riban, Fittig, Beilstein, Gäss et Kell ont eu entre les mains, et je crois, d'accord avec M. Friedel, qu'il est aussi identique avec le produit obtenu par MM. Barbier et Bouveault. Je crois utile de mentionner en cette occasion qu'il est très difficile d'obtenir ce corps à l'état de pureté, et c'est là la raison pour laquelle des formules différentes lui ont été attribuées. Quant à sa nature aldéhydique, que M. Friedel met en doute, elle me semble démontrée par son oxydation, qui se fait très facilement, soit à l'air, soit par des moyens oxydants, et qui m'a fourni un acide $C^{10}H^{18}O^2$.

» Le deuxième produit, que la condensation au moyen de la potasse alcoolique m'a fourni, est une huile de faible odeur, incolore, peu mobile, bouillant à 140° sous 18^{mm}, qui paraît être un polymère du valéral, mais dont la constitution n'est pas encore claire.

» Si j'annonce ces résultats incomplets, c'est uniquement pour garder le droit de continuer mon travail, qui comprend encore l'action de l'acide sulfurique concentré sur l'aldéhyde isovalérique, ainsi que sur ses produits de condensation. J'espère pouvoir présenter bientôt des résultats définitifs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dosage de l'acide borique.* Note de MM. **H. Jay** et **Dupasquier**, présentée par M. Arm. Gautier.

« De tous les procédés de dosage de l'acide borique, celui à l'alcool méthylique est le plus sûr, en ce sens qu'il permet d'isoler avec certitude la totalité du produit à doser. La modification que nous avons apportée à l'ensemble de la méthode et qui réside dans le mode de distillation et la particularité du titrage permet de l'appliquer à tous les cas, ce qui ne paraissait pas avoir lieu avec les descriptions des précédents auteurs.

» *Mode opératoire.* — La substance, séchée, pulvérisée après avoir été privée de toute matière organique, est acidulée par l'acide chlorhydrique ou sulfurique en très léger excès, introduite avec 25^{cc} à 30^{cc} d'alcool méthylique dans un ballon muni d'un

bouchon à deux orifices. L'un de ces orifices donne passage à un tube vertical, recourbé à sa partie inférieure, descendant presque jusqu'au fond du ballon et traversant, dans sa partie supérieure, un réfrigérant. L'autre orifice laisse passer un tube abducteur se rendant dans un second ballon, semblable au premier, jusqu'au fond duquel il plonge. Un deuxième tube abducteur relie par une soudure le tube vertical au second ballon qui reçoit, avant la mise en marche, $1^{cc},2$ ou 3^{cc} d'une solution normale de potasse ou de soude, privée d'acide carbonique, selon la quantité d'acide borique présumée et de façon à avoir toujours un excès d'alcali.

» Les deux ballons, une fois reliés entre eux, sont chauffés séparément au bain-marie. L'alcool méthylique entraîne du premier dans le second l'acide borique que l'alcali fixe retient, se rend ensuite dans le réfrigérant pour redescendre à nouveau et servir d'une façon continue à l'extraction complète de doses même élevées de ce corps.

» La durée de l'opération est variable, mais n'excède pas une heure et demie pour une quantité de 300^{mgr}.

» *Titrage.* — Après les essais de divers indicateurs, nous nous sommes arrêtés au double choix du *papier de tournesol* et du *bleu C. L. B.*, ce dernier déjà indiqué par Engel.

» Le liquide alcalin, renfermant l'acide borique, est chauffé doucement de façon à chasser l'alcool méthylique et à être ramené à un volume constant, puis rendu légèrement acide au moyen de quelques gouttes d'acide chlorhydrique étendu, tiédi à nouveau pour volatiliser les traces d'acide carbonique qui auraient pu être entraînées pendant la distillation et titré, après refroidissement à 15°-20°, au moyen d'une solution normale décime de potasse ou soude, privée d'acide carbonique, jusqu'à ce qu'une gouttelette, déposée sur un papier de tournesol, accuse la neutralité. C'est à ce moment qu'a lieu le titrage de l'acide borique. On ajoute au liquide deux gouttes de solution aqueuse de bleu C. L. B. à 10^{gr} par litre et l'on verse à nouveau la liqueur titrée jusqu'au premier virement de teinte. La quantité de liqueur employée, défalcation faite de la correction qui est de $0^{cc},2$ à $0^{cc},3$ selon le volume, indique exactement la proportion d'acide borique contenu dans l'essai.

» Les conditions nécessaires pour obtenir des résultats exacts sont d'opérer sur des volumes et à des températures constantes, comme aussi d'éliminer l'acide carbonique et l'alcool méthylique.

» Les essais que nous avons effectués ainsi pour contrôle sont résumés dans le Tableau suivant :

Numéros et nature des essais.	Acide borique trouvé.
	gr
1-2. Vin quelconque pris comme type	0,024
3. Vin + $0^{gr},036$ HCl par litre	0,024
4. Vin + $0^{gr},055$ fluorure de sodium	0,0255
5. Vin + $0^{gr},100$ fluosilicate de soude	0,0245
6. Vin + $0^{gr},0062$ acide borique	0,0289
7. Vin + $0^{gr},124$ acide borique » + $0^{gr},110$ fluorure d'ammonium	0,1505

Numéros et nature des essais.		Acide borique trouvé.
8.	Vin + $0^{gr},100$ acide borique .... » + $0^{gr},100$ fluorure de calcium	$0^{gr},125$
9.	Vin + $0^{gr},024$ acide borique .... » + $0^{gr},072$ fluorure de sodium	0,0495
10.	Vin + $0^{gr},055$ acide borique .... » + $0^{gr},072$ HCl	0,0797

» Seul l'acide fluorhydrique apporte une très légère augmentation de la proportion introduite et fausse les résultats d'autant, mais nous croyons que dans la pratique cette légère différence pourra être négligée et que le chiffre obtenu pourra être attribué en entier à l'acide borique.

» A l'aide de cette méthode, nous avons déterminé la teneur en acide borique de quelques produits végétaux et animaux. C'est ainsi que nous avons trouvé pour des vins absolument naturels, deux provenant de Bourgogne 1891 et 1892, un de Saint-Chinian 1894, un de Bordeaux, Pontet-Canet 1889, deux préparés au Laboratoire en 1885 (Jacques et Carignane), des doses variant de $0^{gr},0105$ à $0^{gr},022$ par litre; dans trois cidres et poirés préparés au Laboratoire en 1892, 1893 et 1894, des doses allant de $0^{gr},011$ à $0^{gr},017$ par litre et enfin, dans quatre urines différentes, des doses variant de $0^{gr},008$ à $0^{gr},017$ par litre. Nous n'en avons pas trouvé dans un os et dans la chair de bœuf. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'élimination de la chaux chez les rachitiques;* Note de M. **Oechsner de Coninck**.

« Dans la séance du 27 mai dernier, j'ai fait connaître l'élimination de la magnésie chez les rachitiques. L'élimination de la chaux, par les mêmes enfants malades, fait l'objet de la présente Note. Cet oxyde a été dosé à l'état de sulfate en liqueur alcoolisée, ou de carbonate provenant de l'oxalate.

» Voici les résultats, que je place en regard des quantités d'urine et des proportions de magnésie :

Quantités d'urine.	MgO par litre.	CaO par litre.
cc	gr	gr
200	0,015	0,1318
250	0,014	0,1123
200	0,013	0,1000
300	0,011	0,0940
400	0,009	0,0890

» 1° On remarquera la décroissance régulière des nombres trouvés pour la chaux, parallèle à celle qui a été observée pour la magnésie.

» 2° Si l'élimination de la magnésie est faible, l'élimination de la chaux est relativement forte; c'est en vertu de ce contraste que j'ai été amené à conclure au remplacement partiel de la chaux par la magnésie dans le système osseux des enfants rachitiques (¹).

» Cette conclusion rappelle celle de M. le Dr Chabrié, qui admet la même substitution dans l'ostéomalacie. Les recherches d'ordre chimique que je viens de résumer tendent donc à rapprocher l'ostéomalacie du rachitisme, au moins dans l'une de ses phases (²). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'utilité des injections d'oxyspartéine avant l'anesthésie chloroformique.* Note de MM. **P. Langlois** et **G. Maurange**, présentée par M. Bouchard.

» Dans une Note communiquée à la Société de Biologie (7 juillet 1894) nous signalions l'action tonique et régulatrice exercée par la spartéine sur le cœur des sujets soumis à l'inhalation de vapeurs chloroformiques. Les troubles cardiaques observés pendant l'anesthésie chirurgicale sont sinon supprimés, au moins très atténués avec la spartéine. Les travaux de Hurtle sur l'oxyspartéine $C^{15}H^{24}Az^{2}O$, ayant montré que ce corps exerçait sur le cœur une action plus énergique encore, nous avons repris nos recherches avec le chlorhydrate d'oxyspartéine et nous avons été conduits à substituer cette oxyspartéine à la spartéine dans la clinique.

» L'excitabilité du nerf pneumogastrique est certainement diminuée à la suite de l'injection d'oxyspartéine; mais cette diminution ne peut être comparée à celle obtenue avec l'atropine.

» C'est ainsi qu'en excitant le tronc même du nerf par un courant induit, on observe encore les phénomènes de ralentissement et même d'arrêt du cœur; mais il faut augmenter notablement l'intensité de l'excitation, rapprocher par exemple la bobine induite de 2^{cm} à 3^{cm}, pour obtenir les mêmes effets qu'avant l'injection de spartéine.

» Sur le lapin, le tracé manométrique montre que les perturbations observées dans le rythme cardiaque, quand on approche vivement des narines une éponge imbibée de chloroforme, sont très atténuées.

» La pression vasculaire se maintient pendant de longues anesthésies à une tension suffisante. Chez une chienne ayant 14^{cm} de pression au début,

(¹) *Société de Biologie*, séance du 1er juin 1895.

(²) Ces recherches ont été faites dans mon laboratoire, à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

on fait tomber, par une narcose profonde (disparition totale de tous les réflexes), la pression à 5^{cm} puis on réveille l'animal et on l'endort de nouveau après injection de 6^{cg} d'oxyspartéine. La pression se maintient à 11^{cm}; elle tombe un moment à 9, 5, mais remonte rapidement aussitôt que l'on supprime les inhalations.

» Nous citerons les expériences suivantes :

» Les lapins étaient placés sous une même cloche recevant de l'air saturé de vapeur de chloroforme (température 17° à 22°). On notait le moment où les battements du cœur cessaient d'être perçus. Chez presque tous les animaux asphyxiés, on a fait inutilement la respiration artificielle.

Numéros des séries.	Poids.	Substances injectées.	Durée de la résistance au chloroforme.	Observation.
I......	2,030	0,12 oxyspartéine	»	Survie après 34'
	1,750	Témoin	30'	»
II.....	2,000	0,07 oxyspartéine	28'	»
	1,940	0,07 oxyspartéine 0,02 morphine	»	Survie après 32'
	1,880	Témoin	28'	»
III.....	1,890	0,06 oxyspartéine 0,02 morphine	»	Survie après 32'
	1,830	0,02 morphine	29'	»
	2,520	0,01 atropine	27'	»
	2,070	Témoin	28'	»
IV.....	Pesées manquent.	0,04 oxyspartéine 0,01 morphine	»	Survie 33'
		0,02 oxyspartéine 0,01 morphine	31'	»
		0,005 atropine 0,01 morphine	29'	»

» Nous avons cherché en outre à étudier quelle était l'influence de l'oxyspartéine sur la résistance du cœur à l'asphyxie.

» Deux lapins, l'un ayant reçu 0^{gr},06 d'oxyspartéine sont chloroformés jusqu'à abolition des réflexes, puis on lie la trachée au moment où le réflexe cornéen réapparaît.

Lapin A, oxyspartéine.

2'. 2"	Arrêt respiratoire
6. 5	Arrêt du cœur (ventricule)
7.15	Arrêt des oreillettes
7.30	Respiration artificielle inefficace

Lapin B, témoin.

1'.15"	Arrêt respiratoire
2.48	Arrêt du cœur
3	Respiration artificielle inefficace

» Chien de 9^{kg} (expérience faite avec M. Athanasiu) reçoit 0^{gr},14 de chloralose par kilogramme à 5^h,15. On le refroidit par un courant d'eau jusqu'à 31,5.

» 5^h,55. 18^{cgr} d'oxyspartéine dans la veine saphène.

» 6^h. On commence l'asphyxie, en mettant la trachée en communication avec un appareil clos, d'une capacité de 300^{cc} au maximum. La respiration rythmique ne s'arrête que vers la septième minute. Le cœur est ralenti (24 par minute), puis à 11',30 on observe une courte accélération, avec diminution d'amplitude, et le tracé devient rectiligne.

» A 12',6, respiration artificielle. Dès la troisième insufflation, le cœur reprend.

» Pas de respiration spontanée. Les battements du cœur sont faibles. On injecte alors 0,12 d'oxyspartéine. Les contractions deviennent plus fortes, plus rapides; la respiration spontanée reparaît (onze minutes après l'arrêt primitif du cœur), la température étant de 29°.

» A $6^h 30^m$, on recommence l'asphyxie. Le cœur passe par des phases alternatives, mais peu accentuées, de ralentissement et d'accélération. Les contractions rythmiques du cœur persistent dix-neuf minutes, et les contractions arythmiques, semi-périodiques, vingt-cinq minutes; la température est alors de 27°,8.

» L'accélération du cœur s'est manifestée vers la douzième minute. C'est là le chiffre donné par Richet pour les animaux chloralosés dont la température est de 30°. Mais nous devons insister sur ce fait : 1° que le cœur a repris immédiatement; 2° que la phase de ralentissement, phase de défense, a été chez ce chien bien moins marquée que chez les animaux témoins : 20 et 24 par minute au lieu de 6, 9 et même 5.

» Enfin, dans la seconde asphyxie, après nouvelle injection d'oxyspartéine, la durée de la résistance a atteint 19 et même 25 minutes.

» Le fait que le ralentissement du cœur est moins marqué que chez les chiens témoins s'expliquerait, d'après nous, par l'action inhibitrice que la spartéine exerce sur le pneumogastrique. Moins active que l'atropine à cet égard, elle joue cependant un rôle analogue, quoique beaucoup plus faible. Tout en diminuant l'excitabilité des pneumogastriques, elle permet à ces nerfs d'exercer encore une action tutélaire, d'amener un ralentissement du cœur, et, en outre, elle renforce et régularise l'action de ce muscle.

» Les recherches de Richet apportent une raison nouvelle aux chirurgiens qui repoussent l'emploi de l'atropine, mais nous croyons que les objections faites contre la méthode de l'atropo-morphine ne peuvent être soulevées contre le procédé de la spartéo-morphine. Avec la spartéine, et surtout avec l'oxyspartéine, on diminue l'excitabilité des pneumogastriques, par suite les dangers de la syncope réflexe, sans supprimer leur rôle défensif. On renforce et l'on régularise l'action du cœur, la tension vasculaire se maintient à un chiffre élevé; par le même processus, on fa-

vorise l'élimination par la voie rénale des toxiques ou des toxines, ceci dit pour répondre à la critique du Dr Poncet au sujet des méthodes mixtes; en outre, l'économie de chloroforme est très notable.

» Ces recherches expérimentales sont d'ailleurs confirmées par 210 anesthésies par ce procédé. En injectant, une heure avant l'opération, de 4^{cgr} à 5^{cgr} de spartéine ou 3^{cgr} à 4^{cgr} d'oxyspartéine, et 1^{cgr} de morphine, nous avons toujours obtenu une narcose rapide, facile à maintenir avec peu de chloroforme et un cœur régulier, énergique même quand la respiration devenait superficielle. Dans les opérations de longue durée, $1^{h}45^{m}$, nous avons quelquefois fait une deuxième injection de spartéine seule, environ une heure après le commencement de l'anesthésie (1). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence des toxines sur la descendance.* Note de M. **A. Charrin**, présentée par M. Bouchard.

« A diverses reprises, j'ai pu constater que des animaux imprégnés, à un moment voulu, par des produits bactériens, pouvaient donner naissance à des rejetons dont la croissance s'effectuait lentement; dont la taille, le poids demeuraient inférieurs, parfois de plus d'un tiers, à la normale; dont les os longs offraient des épiphyses volumineuses (2).

» D'autre part, au cours d'une série de recherches publiées pour la plupart en 1894, à la Société de Biologie, Féré a indiqué qu'il avait obtenu des poulets chétifs, en introduisant, dans les œufs, des produits microbiens.

» Plus récemment, à la Maternité, j'ai pu enregistrer des faits qui peuvent être rapprochés des précédents.

» *Observation I.* — Enfant C, né le 20 mars 1895, d'une mère ayant eu à la fin de la grossesse un vaste phlegmon streptococcique du cou.

» A deux semaines, cet enfant pesait 2500^{gr}; à sept semaines, 2700^{gr}; il n'avait acquis, tout en prenant le sein assez régulièrement, que 5^{gr} par jour. Or un nouveau-né bien portant, dépourvu d'antécédents maternels, allaité par la même nourrice, a augmenté en vingt-quatre heures de 29^{gr}, chiffre retrouvé pour cinq sujets normaux.

» *Observation II.* — Enfant dont la mère a eu une pneumonie cinq jours avant l'accouchement, qui s'est fait à terme.

» A quinze jours, son poids marque 2902; à un mois, 3100; à deux mois, 3220; il a pris à peine 8^{gr} par jour.

---

(1) Travail du Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

(2) Gley et Charrin, *Arch. Physiol.;* 1893-1894.

» *Observation III.* — Le fils d'une tuberculeuse, n'offrant personnellement aucune localisation, en sept semaines, a augmenté de 12gr quotidiennement.

» *Observation IV.* — Un nouveau-né, dont la mère a eu la scarlatine pendant le dernier mois de la grossesse, a pris 16gr par vingt-quatre heures (1).

» On observe des retards analogues dans la croissance de ces enfants, comme d'ailleurs dans celle des jeunes animaux, quand ils sont atteints d'une infection même légère, de la vaccine, de la varicelle, par exemple. Parfois l'augmentation fait place à de l'amaigrissement.

» Or, si ces animaux, si ces enfants ont tous un lien commun, celui d'une croissance imparfaite, ils ont tous cet autre lien commun, à savoir que, directement ou indirectement, au travers du placenta (2), ils ont reçu des poisons microbiens. On est, dès lors, porté à se demander s'il existe une relation entre ces deux phénomènes.

» L'analyse des urines, qui renseigne fréquemment sur l'état de la nutrition, fournit des résultats intéressants.

» L'urée (3) d'enfants sains s'est élevée à 1,901 ; 1,112 ; 1,409 ; 1,520, par litre ; à 0,44, comme moyenne des vingt-quatre heures, et, par kilogramme, 0,098.

» Chez des vaccinés, en pleine éruption, on trouve 2,120, 2,820, 3,040 pour 1000cc; puis 0,88 à titre de dose quotidienne; enfin 0,18 par kilogramme.

» Chez deux descendants de mères infectées (pneumonie, phlegmon), n'étant pas eux-mêmes contaminés, on a obtenu, pour l'urée, 2,113 et 2,120, soit 0,70 et 0,16 par journée et par 1000gr.

» Il n'est pas sans intérêt de rappeler que les toxines augmentent l'urée, l'acide phosphorique, comme je l'ai établi avec Chevallier; avec Desgrez, chez des animaux issus de générateurs ayant reçu ces toxines, j'ai pu retrouver cette azoturie.

» Chez les nouveau-nés, fils de mères infectées, j'ai parfois rencontré, avec Delépine, l'accroissement de PhO^5, ou de l'extrait sec.

» La comparaison de tous ces faits autorise à conclure que l'infection, par l'intermédiaire des sécrétions bactériennes introduites directement par

---

(1) Nous ne faisons allusion ici qu'aux infections de la fin de la grossesse; il y aurait lieu de remonter à celles du début, même à celles du père.

(2) Si le passage des germes a été longtemps discuté, celui des poisons solubles est établi depuis bien des années.

(3) La moyenne de 10 analyses (1 à 3 mois) a donné 1,703 d'urée par litre; ce chiffre croît rapidement avec l'âge.

l'expérimentateur, ou fabriquées par le microbe, ou venues de la mère, même en dehors de toute fièvre ([1]), trouble la nutrition, s'oppose à la croissance, à l'augmentation de poids, en favorisant la désassimilation, ou plutôt en rendant l'assimilation moins parfaite.

» Ces acquisitions permettent de commencer à remplacer par quelques notions positives ces données relatives aux influences héréditaires, aux modifications du terrain, développées sous l'influence des virus. La réalité de ces influences néfastes, de ces modifications, se trouve imposée par la puissance de l'observation ; malheureusement, on connaît moins le mécanisme de leur action ; on sait moins à quelles perturbations anatomiques ou physiologiques elles correspondent.

» Si à ces premières acquisitions d'autres viennent s'ajouter, nous arriverons à nous rendre compte de ces variations ; les connaissant mieux, nous pourrons peut-être plus efficacement les combattre. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la structure de l'ectoderme et du système nerveux des Plathelminthes parasites (Trématodes et Cestodes).* Note de M. **Léon Jammes**, présentée par M. Milne-Edwards.

« J'ai publié récemment mes recherches sur l'organisation et le développement des Némathelminthes. Elles contiennent une étude détaillée de l'ectoderme de ces animaux. Ce dernier feuillet est constitué, à son début, par un épithélium continu qui, de bonne heure, ralentit sa croissance en surface. Il résulte de ce fait des étirements et, par la suite, une dissociation de plus en plus complète de toute la couche. Les cellules conservent leur caractère épithélial, ou se transforment en éléments nerveux, en fibrilles et en granulations. Les éléments nerveux se différencient sur place. Les fibrilles résultent de l'allongement, accompagné d'une transformation spéciale des éléments épithéliaux ; elles occupent les espaces laissés par le manque de multiplication ou d'agrandissement des cellules de l'épithélium primitif. Les granules proviennent de la fragmentation des fibrilles. Ces divers éléments se présentent dans des proportions variables, suivant que l'on examine les états successifs d'un même sujet ou des sujets différents ; ils forment un seul et unique tissu, dans lequel les éléments ner-

([1]) Des expériences de Gley et Charrin (*Arch. Physiol.*, 1893-94) indiquent qu'il convient, en outre, de tenir compte du père, au moins dans quelque mesure.

veux restent disséminés; ces derniers constituent, par leur accumulation en divers points du corps, les régions nerveuses des auteurs.

» Ces recherches, étendues aux Plathelminthes, m'ont permis de constater que l'ectoderme de ces derniers présente, dans sa structure, de nombreux points de ressemblance avec son homologue des Némathelminthes. Il existe, dans les deux cas, des cellules épithéliales, des cellules nerveuses, des fibrilles et des granulations. Quelques auteurs ont décrit une couche accolée à la cuticule; en raison de son aspect, ils l'ont nommée *granuleuse;* mais la plupart d'entre eux l'ont rapportée au mésoderme. Cette couche correspond vraiment à l'ectoderme, transformé par des procédés semblables à ceux que j'ai signalés chez les Némathelminthes.

» Mon travail a porté sur un Trématode, le *Distoma hepaticum* et sur deux Cestodes, le *Tœnia solium* et le *Tœnia inermis*. Les descriptions connues de l'appareil nerveux de ces animaux ne permettent pas de saisir les rapports qui le lient au reste de l'ectoderme. Les auteurs ont constamment cherché à l'isoler et à lui donner des contours arrêtés et précis. Les complications de plus en plus grandes qu'ils lui ont prêtées, à mesure que de nouveaux points nerveux étaient reconnus, ont conduit à concevoir une charpente complexe, capable de réunir tous les éléments nerveux répandus dans le corps de ces animaux. En réalité, l'appareil nerveux n'a pas des contours définis : les dispositions régulières, faites d'anneaux délimités et de cordons divergents, qui lui sont attribuées, ne peuvent être considérées comme l'expression des faits. Cet appareil est diffus et fait corps avec le reste de l'ectoderme.

» Chez le *Distoma hepaticum,* les éléments nerveux, présents dans les diverses parties du corps, se montrent surtout nombreux dans la région céphalique et au niveau du sinus génital. Autour du pharynx, notamment, on les voit entourant ce conduit et remplissant la gouttière arrondie que limitent la face externe de cet organe et la face interne de la cuticule qui enveloppe le corps. Les réactifs spéciaux montrent que leur masse, au lieu d'avoir des contours arrêtés, se confond par ses bords avec la couche granuleuse. Les nerfs des auteurs ne sont autre chose que des condensations de ce même tissu. Il s'ensuit que le *Distoma hepaticum* possède, à la place d'un appareil nerveux fait d'un centre principal (ganglions cérébraux) et de parties dépendantes, un ectoderme fibro-cellulaire dans lequel existent, par places, des éléments nerveux, ces éléments étant surtout développés dans les régions en rapport avec l'extérieur : bouche et sinus génital.

» Les mêmes faits existent chez les Cestodes que j'ai étudiés. Seulement les transformations subies par l'assise ectodermique sont peut-être plus faciles à saisir parce qu'elles se présentent à des états différents, sur le même sujet et suivant l'âge des anneaux.

» L'histoire de la couche granuleuse des Plathelminthes est la même, dans ses traits généraux, que celle de l'ectoderme des Némathelminthes. Les auteurs ont d'abord cherché à isoler l'appareil nerveux en distinguant en lui des centres et des portions dépendantes; cette marche tendait à faire de l'appareil de relation un tout autonome, qu'il était nécessaire de délimiter. L'étude de ses rapports avec l'ectoderme, que j'espère pouvoir compléter, montre au contraire sa complète continuité avec ce dernier, et supprime par cela même les contours qui le précisaient.

» Cette structure de l'ectoderme, commune aux Plathelminthes et aux Némathelminthes, est à rapprocher de la présence, chez tous ces animaux, d'une cuticule épaisse et résistante; j'ai déjà insisté sur ce point, dans mon travail sur les Némathelminthes; je crois être en présence d'une structure histologique, liée à l'existence d'une enveloppe imperméable, supprimant presque ou, dans tous les cas, modifiant beaucoup les rapports de l'ectoderme avec les milieux antérieurs [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Contributions à l'embryogénie des Ascidies simples.* Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Plusieurs points du développement des Ascidies simples sont encore controversés ou inconnus, notamment l'origine de la cavité péribranchiale, les relations de la vésicule sensorielle avec les parties avoisinantes et l'existence d'un *épicarde* analogue à celui qui existe chez les Ascidies composées. Les espèces que j'ai eues à ma disposition pour étudier ces différents points sont *Cynthia morus* et *Ascidia villosa* Giard.

» Les premiers phénomènes de la segmentation sont différents chez ces deux espèces, ce qui tient à l'énorme quantité de vitellus nutritif que possède *Cynthia morus* et dont on retrouve encore une notable partie chez la larve au moment de l'éclosion.

» I. Après la formation de la cavité archentérique de l'*Ascidia villosa*, les parois de cette cavité envoient latéralement deux extroflexions qui croissent assez rapidement et ne tardent pas à s'accoler chacune à l'ectoderme. Ce dernier feuillet s'invagine légèrement de son côté aux deux points de contact et s'y perce; la larve présente dès lors deux nouvelles ouvertures qui s'ajoutent à celle du stomodeum, et que Krohn et

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire d'Histoire naturelle de la Faculté des Sciences de Toulouse.

Kovalewsky ont été les premiers à signaler. Quant aux deux diverticules de la cavité entérique, ils enveloppent progressivement cette dernière en se dilatant et deviennent la cavité péribranchiale. Les deux orifices latéraux se trouvent de plus en plus rejetés sur la ligne médiane et dorsale par suite du développement de la larve; ils finissent par se réunir et n'en former plus qu'un seul, qui sera l'ouverture cloacale de l'adulte.

» II. Le cœur, chez *Ascidia villosa* et *Cynthia morus*, se forme, comme chez les Ascidies composées, par un diverticule de la cavité entérique qui s'isole de bonne heure, alors que les sacs péribranchiaux sont en voie de développement. Ce diverticule devient un petit sac clos dont la paroi s'invagine ensuite sur une certaine étendue, produisant ainsi une double cavité : l'interne est la *cavité cardiaque* qui communique par la fente d'invagination avec les espaces sanguins; l'externe est le *péricarde* qui est complètement clos et ne renferme aucun globule sanguin ; il représente une portion de l'archentéron.

» III. Tout le long de la fente cardiaque, et appliqué contre elle à la façon d'un obturateur, se montre un autre sac à parois épithéliales très minces. Au moment de l'apparition des premières fentes branchiales chez l'*Ascidia villosa*, ce sac est encore largement ouvert dans la cavité entérique de laquelle il dérive, tandis que son autre extrémité s'allonge peu à peu et se moule autour du tube digestif à la façon d'un mésentère.

» Par son origine, sa disposition et ses relations avec le cœur ce sac est absolument le même que l'*épicarde*, que l'on ne connaissait jusqu'à présent que chez les Ascidies composées.

» Chez *Cynthia morus* l'épicarde se présente comme deux grands prolongements des sacs péribranchiaux et rappelle ainsi très exactement la disposition que je lui ai décrite chez les Botryllidés.

» Le mode de formation de cette ouverture est bien celui que Krohn et Kovalewsky nous ont fait connaître depuis longtemps et qui a été revu depuis par tous les ascidiologues; mais le point sur lequel je désire insister ici, *c'est l'origine endodermique de la cavité péribranchiale*. Je ne partage donc pas la manière de voir de Metschnikoff et de Kovalewsky, qui ont prétendu que cette cavité était due à *deux invaginations ectodermiques* qui entouraient progressivement la cavité entérique; ces deux savants naturalistes, évidemment gênés par les enveloppes de l'œuf pour leurs observations par transparence, n'ont pu se rendre compte d'une manière précise des premiers processus et n'ont vu que le stade où l'ectoderme se montre déjà invaginé. L'examen de larves de tout âge, encore enfermées dans la cavité péribranchiale et débitées en coupes minces est la seule méthode qui permette de trancher la question avec exactitude.

» Il est important de préciser l'origine de la cavité péribranchiale chez les Ascidies simples à cause des conséquences qu'en a tirées tout récem-

ment un ascidiologue norvégien Hjort, ([1]), en ce qui concerne la blastogénèse chez les Botryllidés. On sait que, chez ces Ascidies composées, la cavité branchio-intestinale de chaque bourgeon est due à la prolifération de la paroi péribranchiale externe de l'ascidiozoïde progéniteur, *laquelle est d'origine endodermique* aussi bien chez la larve que chez le bourgeon, ainsi que je l'ai établi dans un précédent travail ([2]). Hjort, sans faire l'étude de la larve des Botrylles, lui a appliqué, en ce qui concerne l'origine des sacs péribranchiaux, les résultats de Metschnikoff et de Kowalewsky chez les Ascidies simples, et est arrivé par suite à cette conclusion, que *la cavité branchio-intestinale est d'origine endodermique* chez les larves des Ascidies composées, *tandis qu'elle est une formation de l'ectoderme* chez leurs bourgeons.

» Je ne puis donc, dans ce cas particulier, partager l'opinion de Hjort; les larves *d'Amaroncium Nordmanni* et de *Fragarium elegans* ([3]) m'avaient déjà conduit aux mêmes résultats que les Botrylles et les Ascidies simples sur l'origine endodermique de la cavité péribranchiale, et en cela je suis d'accord avec Della Valle ([4]) qui a étudié l'*Ascidia mentula*.

» Mais si l'épicarde est une formation générale chez les Tuniciers, il ne jouit pas de la faculté blastogénétique chez tous. Cette faculté est nulle chez les Ascidies simples, où l'épicarde entoure le tube digestif et joue seulement le rôle de péritoine. Chez les Botryllidés, l'épicarde présente la même disposition que chez les Ascidies simples, mais *la paroi péribranchiale*, qui n'est en somme que la partie la plus antérieure des sacs épicardiques, jouit de la faculté de bourgeonner. Enfin, chez les Polyclinidés (*Amaronque*, *Circinalium*, etc.), chez les *Clavinées* et les Pérophores, on sait que l'épicarde s'allonge jusqu'à l'extrémité du stolon ou du pédoncule, quand il existe, et c'est lui qui, en se fragmentant ou proliférant de diverses façons suivant les groupes, engendre la cavité entérique des nouveaux bourgeons.

» IV. J'ai suivi, sur des séries de coupes minces, l'évolution du système nerveux de la larve, ainsi que celui de l'Ascidie fixée, et ai pu élucider divers points relatifs à la vésicule sensorielle sur lesquels Kuppfer et Kowalewsky n'avaient pu se mettre d'accord.

([1]) *Anatomischer Anzeiger*, Band X, n° 7.
([2]) *Annales des Sciences naturelles*, 1892.
([3]) *Comptes rendus*, 25 février 1895.
([4]) *Archives italiennes de Biologie*, t. II, 1882.

» La vésicule sensorielle ne s'ouvre jamais à la surface de l'ectoderme, comme l'a décrit Kowalewsky, mais de très bonne heure elle est mise en relation avec la partie antérieure du futur sac branchial par un tube très court, qui persistera, au moment de la fixation, pour donner l'*organe vibratile*. Cette communication de la vésicule nerveuse et du sac branchial a une durée variable avec les espèces; elle n'existe plus chez *A. villosa* à l'éclosion, pas plus que chez les larves d'*Amaroncium* et de *Fragarium;* tandis que chez *Cynthia morus* cette communication est encore très large au second jour de l'éclosion.

» Le système nerveux de l'adulte est engendré par celui de la larve avant qu'il entre en dégénérescence et par un processus qui rappelle celui que j'ai déjà décrit chez *Fragarium elegans* et *Amaroncium Nordmanni* (¹) ».

MINÉRALOGIE. — *Sur la composition des sables monazités de la Caroline.* Note de M. **Boudouard**, présentée par M. P. Schützenberger.

« Dans une Communication récente, M. Schützenberger a indiqué sommairement l'existence probable, dans les sables monazités, d'une terre se rapprochant de l'oxyde de didyme par la couleur rose de ses sels et les raies d'absorption de leurs solutions, mais s'en distinguant par un poids moléculaire sensiblement moins élevé : 323 au lieu de 334 (poids atomique du métal : 137,5 au lieu de 143,0).

» Sous sa direction, j'ai étudié cette question de plus près ; c'est le résultat de mes premières recherches que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie :

» Le minerai, *finement* pulvérisé, est attaqué à chaud par l'acide sulfurique concentré. Après évaporation à sec et élimination de l'excès d'acide, on reprend par l'eau froide. La solution aqueuse filtrée est précipitée par l'hydrogène sulfuré, filtrée à nouveau, puis évaporée au bain-marie bouillant dans une capsule :

» 1° Il se sépare, dès le début, à chaud, un précipité floconneux blanc, qui est mis à part et sera examiné ultérieurement;

» 2° Le liquide, filtré et concentré au bain-marie, fournit des croûtes cristallines roses, adhérentes aux parois de la capsule ;

» 3° L'eau mère de ces cristaux, mise à part, fera l'objet d'une étude spéciale.

» Pour le moment, je ne m'occuperai que du dépôt cristallin rose du n° 2.

» *Examen des cristaux roses n° 2.* — Après déshydratation à 350°-400°, ils sont dissous dans l'eau froide. La solution est précipitée par l'ammoniaque et les terres hydratées sont transformées en nitrates. La solution des nitrates est évaporée à sec; le résidu est mélangé à cinq fois son poids de nitrate de potasse. Le tout est soumis

---

(¹) *Comptes rendus,* 25 février 1895.

au traitement des fusions fractionnées à diverses températures, traitement déjà utilisé par M. Schützenberger dans la séparation des terres de la cérite.

» On met à part les dépôts insolubles dans l'eau obtenus :

» 1° Jusqu'à 340° contenant le cérium ;

» 2° Jusqu'à 460° pouvant renfermer le didyme et les bases yttriques.

» Lorsqu'à 460° la masse saline fondue ne dégage plus de gaz nitreux; on constate, conformément à ce qui avait appelé déjà l'attention de M. Schützenberger, que, contrairement à ce qui arrive dans le traitement similaire de la cérite, la masse saline et sa solution filtrée conservent une coloration rose très prononcée. Avec la cérite, la solution est incolore et ne renferme que du lanthane exempt de didyme ; avec la monazite, le didyme n'est pas éliminé en totalité et la liqueur offre nettement toutes les raies et bandes d'absorption des sels de didyme. La liqueur rose en question a été précipitée par l'ammoniaque ; le précipité filtré et lavé est redissous dans l'acide azotique et reprécipité par l'ammoniaque. Cette série d'opérations (précipitation, lavage, dissolution) est répétée plusieurs fois en vue d'éliminer toute trace de potasse. Finalement on précipite par l'oxalate d'ammoniaque. Le précipité lavé et séché est calciné, les oxydes sont convertis en sulfates anhydres, que l'on dissout. La liqueur est additionnée d'un excès de sulfate de potasse, qui sépare les terres du groupe cérique, sous forme de sulfates doubles insolubles dans l'eau saturée de sulfate de potasse, en laissant les bases yttriques, peu abondantes du reste, dans la liqueur.

» Les sulfates doubles insolubles sont convertis en oxydes par la soude caustique. Les oxydes lavés sont retransformés en sulfates dont la solution est reprécipitée par le sulfate de potasse. On continue ces opérations plusieurs fois jusqu'à ce que l'eau mère du sulfate double obtenu n'accuse plus la présence de bases yttriques.

» En fractionnant ensuite les sulfates ainsi purifiés, par cristallisations successives au bain-marie, j'ai pu isoler une quantité notable de cristaux roses qui ne subissent plus, par cristallisations fractionnées (ou par précipitations fractionnées par l'ammoniaque), des changements notables dans le poids moléculaire de l'oxyde correspondant ou dans le poids atomique du métal.

» Ces cristaux sont roses; leur solution donne les bandes et raies du didyme, savoir :

1° Une bande très intense s'étendant de.......	$\lambda = 592,2$ à $\lambda = 570$
2° Une bande intense »	$\lambda = 531,2$ à $\lambda = 519,4$
3° Une bande peu intense allant de...........	$\lambda = 512,0$ à $\lambda = 508,7$
4° Une raie très intense »	$\lambda = 482,2$
5° Une raie peu intense »	$\lambda = 475,8$
6° Une raie moyennement intense allant de....	$\lambda = 469$

» La quantité d'eau de cristallisation varie, suivant les conditions dans lesquelles le sel s'est déposé, entre 23,0 et 13,5.

» Le poids atomique du métal, déterminé par la méthode la plus simple (calcination au rouge vif du sulfate anhydre), a été trouvé compris entre 137,0 et 137,6. Les dernières eaux mères du fractionnement des sulfates par cristallisation ont donné des cristaux roses également et dont la solution donne les mêmes bandes d'absorption que les premiers dépôts, mais dont l'analyse conduit à un poids atomique notablement plus faible (121 à 124).

» Ces résultats confirment entièrement les premières indications de M. Schützenberger. Ils établissent dans la monazite l'existence de terres didymiques ayant des poids moléculaires plus faibles que celles extraites de la cérite.

» La principale séparation étant fondée sur la plus ou moins grande stabilité des nitrates, il est à remarquer que, plus le poids moléculaire est faible, plus le nitrate résiste à la décomposition pyrogénée.

» La cérite ne contenant pas de terres didymiques dont le poids moléculaire est inférieur à 328, on arrive à éliminer toutes ces terres en portant le mélange des nitrates et du salpêtre à 460°.

» Avec la monazite, au contraire, ce traitement laisse non décomposés des nitrates de terres didymiques à poids moléculaires plus faibles.

» La même différence de stabilité s'observe pour les sulfates. Ceux qui correspondent aux poids atomiques les plus petits (124) se décomposent avec une extrême difficulté et seulement au rouge presque blanc. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte de débris gigantesques d'Éléphants fossiles, faite par M.* Le Blanc, *dans la ballastière de Tilloux (Charente).* Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Il y a quelques jours, le service de la Paléontologie du Muséum fut informé par M. Grégoire, chef de division de l'Administration des Chemins de fer de l'État, que les travaux faits dans la ballastière de Tilloux, près de la station de Gensac-la-Pallue, venaient de mettre au jour des débris gigantesques d'Éléphants, associés avec des produits de l'industrie humaine. M. Albert Gaudry ayant bien voulu me charger d'aller étudier ce gisement et les objets recueillis par les soins de la Compagnie, je me suis rendu à Gensac-la-Pallue. J'y ai fait, sous la direction de M. Le Blanc, ingénieur, et de ses collaborateurs, MM. Gros, Robin et Donchet, des observations que je crois de nature à intéresser l'Académie.

» Les alluvions exploitées comme ballast se trouvent sur la rive gauche de la Charente. Elles occupent, au milieu des collines crétacées, une dépression dans laquelle la Charente pénétrait à l'époque quaternaire, et dont la partie la plus basse est encore à l'état de marais. Cette dépression se trouve à l'altitude de 18^m, tandis que la Charente coule à 11^m environ. Elle est séparée de la vallée par des hauteurs de 45^m à 55^m. La communication entre la vallée et la dépression se faisait à l'époque quaternaire et se fait encore aujourd'hui par la coupure de Veillard. Les alluvions qui remplissent cette cuvette se relient nettement à la terrasse alluviale quaternaire de la val-

lée de la Charente elle-même. Elles sont exploitées sur une épaisseur variant de 3^m à 4^m. Elles comprennent des lits de sable et de cailloux roulés alternant sans ordre, en stratification entrecroisée, suivant le mode habituel de ces formations. L'ensemble, très homogène, repose sur la craie, dont la surface de contact montre des sillons dus à l'action des courants rapides. Seule, la partie supérieure est décalcifiée et rubéfiée sur une épaisseur variable (diluvium rouge des anciens auteurs).

» Les objets recueillis dans ces alluvions sont de deux sortes : des débris d'animaux fossiles et des instruments paléolithiques.

» Parmi les débris d'animaux fossiles, il faut d'abord signaler deux défenses d'Éléphant, dont les dimensions dépassent celles de toutes les défenses conservées dans les collections du Muséum. Elles sont peu recourbées. La ligne joignant les deux extrémités de la mieux conservée a $2^m,85$, tandis que cette ligne n'a que $1^m,70$ chez l'Éléphant de Durfort de la galerie de Paléontologie du Muséum et $1^m,87$ sur la plus grande des défenses d'Éléphant actuel de la galerie de Zoologie. Les défenses de Tilloux dénotent aussi un animal de taille plus considérable que le Mammouth conservé à Saint-Pétersbourg. Entre ces défenses on a trouvé deux molaires supérieures, l'une droite, l'autre gauche, qui se rapprochent beaucoup plus des molaires de l'*Elephas meridionalis* que de celles de toute autre espèce et qui rappellent surtout les variétés d'*Elephas meridionalis* de certains terrains de la fin du Pliocène, notamment du *Forest-bed* d'Angleterre. Les circonstances de gisement ne permettent pas de douter que les défenses et les molaires n'aient appartenu au même individu.

» La ballastière de Tilloux a fourni de nombreux restes d'autres Proboscidiens. L'espèce la plus répandue est l'*Elephas antiquus*. Elle est représentée par de nombreuses molaires identiques aux échantillons des gisements classiques des environs de Paris, de Chelles par exemple. M. Chauvet, qui explore depuis longtemps les sablières de Tilloux, m'a montré dans sa belle collection un grand nombre de pièces de cette nature. L'*Elephas antiquus* est également bien représenté dans la collection formée par la Compagnie des chemins de fer de l'État.

» Un fait remarquable est l'association, dans le même gisement, de l'*Elephas primigenius* avec les deux espèces précitées. Nous possédons des molaires de Mammouth parfaitement caractérisées provenant du même niveau et même d'un niveau inférieur à celui où se trouvaient les débris d'*Elephas meridionalis*. Il faut dire d'ailleurs que ces derniers, de même que les restes de Mammouth, sont beaucoup plus rares que les débris d'*Elephas antiquus*. Nous sommes donc en présence d'un gisement analogue à ceux

de certaines localités du nord de la France que caractérise l'*Elephas antiquus*, mais ici nous constatons la présence d'une sorte de retardataire, qui est l'*Elephas meridionalis* et d'une sorte d'avant-coureur qui est le Mammouth, nouvelle preuve de la continuité des phénomènes géologiques et paléontologiques.

» A ces fossiles il faut ajouter, d'après les renseignements qu'a bien voulu me fournir M. Chauvet et ce que j'ai vu dans sa collection : une molaire d'Hippopotame, une molaire de Rhinocéros et une molaire de Cerf élaphe. L'envoi de M. Le Blanc comprend, en outre, une molaire supérieure d'un Bovidé, probablement le *Bison priscus*.

» Les objets travaillés par l'homme et trouvés dans les mêmes couches que les fossiles dont je viens de parler sont des silex taillés, parfois d'une grande beauté et reproduisant les diverses formes de Chelles et de Saint-Acheul. Cet outillage de pierre est très varié. A côté des formes ordinaires en amande, il y a des disques, des râcloirs, des pointes de petites dimensions et d'un travail très soigné, et même des lames finement retouchées qu'on ne s'attendrait guère à trouver dans un gisement de ce genre. Un silex en forme de râcloir a été recueilli sous l'une des défenses de l'*Elephas meridionalis*. C'est la première fois qu'on signale, d'une façon qui me paraît indiscutable, des objets de l'industrie humaine contemporains d'une espèce d'Éléphant, regardée jusqu'à ce jour comme caractéristique du Pliocène. »

» M. **Albert Gaudry** annonce que l'Administration des Chemins de fer de l'État abandonne généreusement au Muséum les fossiles trouvés à Tilloux. M. l'ingénieur Le Blanc et ses collaborateurs MM. Gros, Robin, Donchet ont fait preuve de dévouement à la Science et aussi d'habileté, car il n'est pas aisé d'extraire et de conserver intacte une défense d'éléphant fossile, longue de près de 3^{m}.

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 JUILLET 1895.

Cours complet de Viticulture, par M. G. FOËX, professeur à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier. Paris, G. Masson, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Sur la nécessité d'une association cartographique internationale. Proposition au sixième Congrès des Sciences géographiques, par M. le Général ALEXIS DE TILLO. Saint-Pétersbourg, 1895; 1 br. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 9 juillet 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France. 1895. N° 4. Paris; 1 fasc. in-8°.

Annuaire de la Société météorologique de France. 1894. Décembre. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale, chirurgicale, obstétricale et pharmaceutique. Directeur scientifique : M. ALBERT ROBIN. 15 juillet 1895. Paris, Doin; 1 fasc. in-8°.

Gesammelte mathematische Abhandlungen, von H.-A. SCHWARZ. Berlin, Julius Springer, 1890; 2 vol. in-8°.

Formeln und Lehrsätze zum Gebrauche der elliptischen Functionen nach Vorlesungen und Aufzeichnungen, des Herrn K. WEIERSTRASS, von H.-A. SCHWARZ. Berlin, Julius Springer, 1893; 1 vol. in-4°.

Ministerio de Fomento. Direccion general de Agricultura, Industria y Comercio. Comision ejecutiva de Estadistica minera. Datos estadisticos de 1890 à 1891, y año natural de 1891, de 1891-92, de 1892-93. Madrid, 1894; 1 vol. et 2 fasc. in-4°.

Christiaan Huygens. Rede op den 200sten gedenkdag van zijn Levenseinde vitgesproken door J. BOSSCHA. Haarlem, 1895; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 JUILLET 1895.

Le Conservatoire des Arts et Métiers, par M. A. LAUSSEDAT, Membre de l'Institut; 1 vol. in-4°.

Observations sur deux Orangs-Outans adultes, morts à Paris, par

MM. A. Milne-Edwards, J. Deniker, R. Boulart, E. de Pousargues, F. Delisle. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle*. Troisième série. Tome VII. Paris, G. Masson, 1895); 1 vol. in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Album de haute école d'équitation, par le Capitaine J.-B. Dumas et le Vicomte de Ponton d'Amécourt. Paris, Baudoin; in-4°. (Présenté par M. Marey.)

Sur la Géologie du Congo français, par M. Maurice Barrat, Ingénieur des Mines. (Extrait des *Annales des Mines*.) Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Les engrais, les ferments de la terre, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut. Paris, Rueff et Cie, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

Mémoires de la Société géologique de France. Paléontologie. Tome V. Fascicules I et III. Paris, 1895; in-4°.

Tableau général du Commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères, pendant l'année 1894. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 1 vol. gr. in-4°.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre. Tomes XVII à XXV. Paris, Vve Rozier, 1894; 8 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. N° 28. Séance du 16 juillet 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées, 1895. Mai. Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq; 1 vol. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1893-1894. Rouen, Cagniard, 1895; 1 vol. in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique. Tome XIV. Premier et deuxième fascicules. Bruxelles, F. Hayez, 1895; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 juillet 1895.

Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal, par M. Gaston Darboux, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences. Troisième Partie, troisième fascicule. Quatrième Partie, premier fascicule. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894-1895; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et

JULES TANNERY. Tome XIX. Juillet 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Recherche des métaux volatils dans les dépôts naturels des eaux minérales, par M. le Dr GARRIGOU. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres.*) 1 br. in-8°. (Présenté par M. Armand Gautier.)

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, etc. N° 7. 25 juillet 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Leçons nouvelles sur l'Analyse infinitésimale et ses applications géométriques, par M. CH. MÉRAY, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon. Deuxième Partie : *Étude monographique des principales fonctions d'une seule variable.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Applications de Chimie à l'art militaire moderne, par M. ÉMILE SERRANT. Paris, E. Bernard et Cie, 1895; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 23 juillet 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. Tome XXXII. Première Partie. Genève, Cherbuliez, 1894-1895; 1 vol. in-4°.

Observations publiées par l'Institut météorologique central de la Société des Sciences de Finlande. Volume XII; première livraison. Helsingfors, 1894; 1 vol. in-4°.

The collected mathematical papers of ARTHUR CAYLEY, Sc. D; F. R. S. Vol. VIII. Cambridge, 1895; 1 vol. in-4°.

Discurso leido el dia 19 de mayo de 1895 en la sesion solemne commemorativa de la fundacion de la Real Academia de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habaña, por el Presidente Dr ANTONIO DE GORDON Y DE ACOSTA. Habaña, 1895; 1 br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 22 juillet 1895.)

Note de M. *R. Swyngedauw,* Sur les potentiels explosifs statique et dynamique :

Page 198, ligne 11, expérience (5), *au lieu de* 10*i*, *lisez* 20*i*.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AOUT 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ACOUSTIQUE. — *Étude expérimentale des vibrations transversales des cordes.* Note de M. A. CORNU.

« Le phénomène des vibrations transversales des cordes est loin d'avoir été approfondi comme il le mérite à bien des titres. Lorsque, avec des dispositifs perfectionnés, on observe une corde vibrante, on reconnaît qu'elle est animée de mouvements beaucoup plus complexes qu'on ne le suppose généralement : cette complexité est une conséquence nécessaire des conditions initiales ou permanentes du mouvement vibratoire, et c'est à elle qu'on doit cette variété de sonorités et de timbres qui constituent la valeur musicale des instruments à cordes, spécialement des instruments à archet.

» Ayant été amené à étudier diverses particularités des mouvements

vibratoires, j'ai obtenu quelques résultats intéressants dont voici le résumé succinct :

» *Les vibrations transversales d'une corde, excitées d'une manière quelconque, sont toujours accompagnées de vibrations tournantes, l'élasticité de torsion de la corde entrant en jeu au même titre que la composante transversale de la tension.*

» Cette superposition constante, restée inaperçue jusqu'ici, d'une oscillation tournante, aurait pu être prévue d'après les théorèmes généraux de la Mécanique; en effet, le système de forces qu'on fait agir sur une corde pour la mettre en vibration est, comme on sait, toujours réductible à une force et à un couple : la force, appliquée à l'axe, détermine les vibrations transversales; le couple, les vibrations tournantes. Ce couple ne peut être nul qu'exceptionnellement; d'autant que les forces, toujours appliquées à la surface de la corde, ont, le plus souvent, par suite des frottements inévitables, une composante tangentielle relativement grande.

» *Cordes pincées.* — La mise en vibration d'une corde par *pincement* est, sous certains rapports, celle qui conduit aux mouvements les plus complexes : en effet, chacun des points de la surface de la corde se meut suivant la résultante des trois déplacements ainsi définis :

» 1° Rotation autour de l'axe de la corde.

» 2° Translation parallèle à un plan de symétrie de la corde.

» 3° Translation parallèle au plan de symétrie perpendiculaire.

» Le premier déplacement, variable avec le temps, est la somme algébrique d'oscillations pendulaires dont les périodes suivent à peu près la loi des harmoniques; toutefois, le coefficient d'amortissement des vibrations de torsion étant notable avec les cordes métalliques, considérable avec les cordes à boyau, ces oscillations s'éteignent les premières.

» Les deux autres déplacements constituent la vibration transversale habituellement considérée; c'est une vibration très complexe aussi par la superposition des harmoniques bien connues. Mais elle présente une autre complication qu'on néglige d'ordinaire; cette complication provient de ce que la corde, soit par sa constitution physique, soit par ses modes d'attache, n'est jamais symétrique autour de son axe, ce qui entraîne l'existence de deux plans rectangulaires principaux dans lesquels l'élasticité transversale est légèrement différente; de là, une différence de période ou de phase dans les deux composantes vibratoires et des battements reconnaissables en écoutant les harmoniques.

» C'est ce que montre d'ailleurs l'observation directe : le *fuseau optique* d'une corde pincée s'aplatit périodiquement et se balance autour de son axe; un point brillant fixé à la corde et observé obliquement décrit des courbes analogues à celles de Lissajous ou mieux à celles du kaléidophone de Wheatstone. Ces courbes sont au début dentelées et bouclées par les harmoniques des oscillations tournantes et transversales; elles se régularisent peu à peu par suite de l'extinction plus rapide des vibrations tournantes puis des harmoniques élevées et, finalement, elles se réduisent aux types les plus simples (ellipses, courbes en 8, etc.). Bien que la forme de ces courbes paraisse indiquer la prédominance des vibrations purement transversales, c'est-à-dire des vibrations dues à la composante normale de la force excitatrice, on reconnaît aisément l'influence de la composante tangentielle; c'est elle, en effet, qui détermine le sens initial de la description de ces courbes, car on l'inverse à volonté en attaquant la corde de manière à développer un couple agissant dans un sens ou dans l'autre.

» *Cordes mises en vibration par un choc.* — Les cordes frappées brusquement avec un corps solide semblent devoir prendre un mouvement vibratoire moins complexe que lorsqu'elles sont pincées; il n'en est rien. Le choc, bien qu'ayant lieu dans un temps extrêmement court, offre les mêmes causes de dissymétrie dans les forces mises en jeu : on retrouve au début les vibrations tournantes et toute la série des harmoniques déjà signalées, variables avec le point d'attaque et la dureté du corps choquant.

» La méthode d'observation qui sera décrite plus loin permet d'analyser le phénomène initial lequel est très curieux malgré son extrême brièveté.

» *Cordes mises en vibration par l'archet.* — Le mode vibratoire entretenu par un archet est beaucoup plus simple que les précédents, d'abord à cause de la permanence du régime, ensuite à cause de la rectilinéité des déplacements transversaux de l'axe de la corde, toujours parallèles à la direction de l'archet. Mais, ce qui caractérise ce genre de mouvement, c'est la grande amplitude des vibrations tournantes superposées aux vibrations rectilignes et transversales; la dépendance réciproque des deux systèmes d'oscillations est si intime que, malgré la complexité des mouvements composants, le mouvement périodique résultant est d'une uniformité parfaite; on en verra plus loin un exemple (*fig.* 1 et 2); c'est donc une véritable synchronisation mutuelle établie à la faveur du coefficient d'amortissement précité.

» L'origine de ces vibrations par torsion de la corde est ici tout à fait évidente : elles résultent de la force tangentielle exercée par l'archet; c'est

même par l'intermédiaire de la torsion que les déplacements transversaux prennent naissance. L'importance mécanique de ces vibrations tournantes est tellement grande que si, par une manœuvre convenable de l'archet, on leur imprime une amplitude considérable, de synchronisées elles deviennent synchronisantes, c'est-à-dire imposent aux vibrations transversales des périodes particulières. Les sons prennent alors un timbre spécial; leur hauteur ne correspond plus à la longueur de la corde; ils varient par degrés discontinus suivant la pression de l'archet et le point d'attaque. Ces sons, que j'appellerai *sons anormaux* (¹), offrent la particularité inattendue d'être toujours plus graves que le son fondamental correspondant à la longueur de la corde mise en vibration; ils sont parfois assez difficiles à faire sortir avec pureté, comme si leur production naturelle exigeait certaines relations entre la constitution de la corde, sa longueur et sa tension (²).

» *Méthode d'observation.* — Après de nombreux essais pour découvrir l'origine des sons anormaux, j'ai été amené par l'examen attentif du mouvement de points brillants disposés sur les cordes d'un violoncelle à les attribuer à l'influence des vibrations tournantes. De là l'idée de fixer à la corde un miroir extrêmement léger (³), soit parallèlement, soit même perpen-

---

(¹) Ces sons anormaux n'ont été, à ma connaissance, décrits par aucun physicien; toutefois, dans son *Mémoire sur l'action de l'archet sur les cordes* (*Savants étrangers*, Tome VII), Duhamel affirme qu'il est « parvenu à tirer d'une corde des sons fort au-dessous du son fondamental », mais il attribue ce phénomène à une tout autre cause; on voit d'ailleurs qu'il n'a pas soupçonné le rôle de l'élasticité de torsion, car, dans sa théorie, la corde considérée est réduite à une ligne mathématique.

Les violoncellistes ont remarqué que certaines cordes (le *sol*, corde filée) donnent parfois des sons de mauvaise qualité : la corde *roule*, disent-ils. Effectivement, ces cordes sont celles qui donnent naturellement avec facilité les sons anormaux.

(²) Pour obtenir les sons anormaux il faut appuyer lourdement sur la corde, comme pour la faire rouler sous l'archet; ni la constitution de l'archet, ni la nature de la corde, ni la construction de la caisse sonore n'interviennent dans la production de ces sons singuliers; on les obtient avec des cordes quelconques, métal, boyau, chanvre, etc., tendues sur un madrier, et frottées avec une tige rigide, de bois, de verre ou de métal, bien enduite de colophane. On a donc bien affaire à un phénomène général d'élasticité.

(³) Ces miroirs, pesant à peine quelques milligrammes, s'obtiennent en découpant à la pointe de diamant des lames argentées en verre mince de microscope en rectangles de 1^{mm} à 2^{mm} de côté : on les colle sans difficulté sur la corde, à plat ou de tranche, avec une goutte d'arcanson (mélange de cire et de résine en parties égales) qu'on maintient ramollie avec un fil métallique légèrement chauffé. Il faut choisir des verres de

diculairement à la corde, de préférence au voisinage des extrémités ou des nœuds. L'image réfléchie d'un point lumineux décrit une ligne qui représente les mouvements de la normale au miroir. Lorsque le miroir est parallèle à l'axe de la corde, cette courbe réalise la composition optique de la vibration tournante et de l'oscillation angulaire correspondant à la composante de la vibration transversale normale au miroir (on voit aisément que l'autre composante transversale ne produit aucun effet). Ces deux directions vibratoires étant sensiblement rectangulaires, les projections de chaque point de la courbe sur ces deux directions donnent à chaque instant le déplacement correspondant.

» Lorsque le miroir est perpendiculaire à la corde, le mouvement du point brillant réfléchi n'est plus affecté par la vibration tournante; il fournit alors la composition optique des deux composantes transversales signalées plus haut et qu'on sépare par projection sur des directions rectangulaires convenables.

» Ces quelques mots suffisent pour montrer que la méthode permet de déterminer le mouvement le plus général de la corde en chaque point.

» On est ainsi ramené à l'étude de ces courbes, très complexes, comme les considérations précédentes l'ont fait prévoir; à l'aide de la lumière du soleil ou de l'arc électrique, on parvient sans peine à les photographier, ce qui permet de les examiner à loisir. Mais ces courbes sont par elles-mêmes insuffisantes pour la définition complète des mouvements composants; il faut connaître en chacun de leurs points la loi de leur description avec le temps.

» On y parvient par le dispositif suivant, qui fournit une méthode générale de chronophotographie :

» Le point lumineux peut être à volonté fixe ou interrompu à des intervalles de temps égaux; à cet effet, il est constitué par l'image focale de la source produite par une lentille à très court foyer; cette image tombe soit sur un trou fixe, soit sur les trous percés sur le bord d'un disque, dernier mobile d'un rouage d'horlogerie; ce disque, présentant une série de 100 trous équidistants, répartis sur une circonférence concentrique à son axe, et faisant environ 100 tours par seconde, le faisceau lumineux est interrompu et envoie des éclats équidistants d'un dix-millième de seconde.

---

deux à trois dixièmes de millimètre d'épaisseur pour éviter qu'ils ne se courbent lorsque l'arcanson se fige; avec cette précaution, on obtient, malgré l'exiguïté de la surface réfléchissante, la perfection d'image requise pour les observations délicates.

» Dans ce cas, la courbe, au lieu d'être formée par une ligne continue, est constituée par un pointillé qui la gradue en dix-millièmes de seconde; la loi de description est alors entièrement déterminée. Pour éviter toute indécision sur la forme de la courbe, il est bon de faire successivement deux épreuves l'une en ligne continue, l'autre en pointillé, ce qui s'obtient par un simple déplacement de la lentille collectrice.

» La délicatesse de la méthode est telle que l'on peut étudier en détail des phénomènes presque instantanés, comme la succession des déplacements de la corde pendant la durée d'un choc, et déterminer la loi avec le temps des divers mouvements composants.

» L'étude de la courbe pointillée se fait sur une copie du cliché amplifié dix fois à la chambre claire, et on relève les points en les numérotant à partir d'une origine convenable; on trouve des repères de dix en dix, car les trous du disque perforé étant de dix en dix un peu plus larges, les points sont alors un peu plus gros; on évite ainsi toute chance d'erreur.

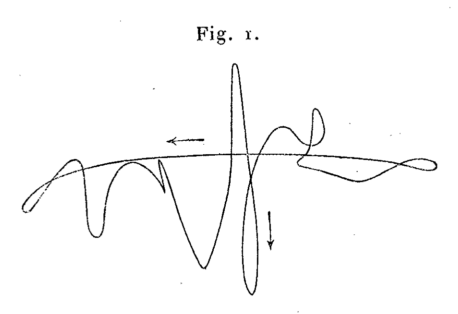
» Nous avons dit que la régularité des périodes successives était remarquable; aussi est-il à peine nécessaire d'employer un obturateur rigoureusement réglé, comme durée d'ouverture, pour obtenir la courbe fermée représentant une période complète; les courbes successives (lorsque l'archet est bien conduit) se recouvrent presque exactement. Mais pour l'obtention des courbes en pointillé, le réglage est nécessaire sous peine d'introduire des confusions inextricables. On lève cette difficulté et en outre l'indétermination du *sens* de la description par l'emploi d'un miroir à rotation lente interposé entre la source et le miroir de la corde; tout se passe alors comme si le point lumineux était animé d'un mouvement rectiligne et uniforme; si la courbe à observer était circulaire, elle se transformerait en une épicycloïde dont la disposition des boucles détermine sans ambiguïté le sens de description. Appliquée aux courbes complexes pointillées dont il s'agit ici, l'anamorphose produite, loin de compliquer les apparences, les simplifie en séparant des boucles qui seraient superposées et confuses.

» C'est ce que fera comprendre immédiatement un coup d'œil jeté sur les figures ci-jointes qui fournissent, dans un cas relativement simple, un exemple de l'application de la méthode.

» La *fig.* 1 représente la courbe fermée constituant la période ($\frac{1}{192}$ de seconde) du mouvement vibratoire d'un son normal; elle représente la composition optique du déplacement par torsion (mesuré parallèlement à la verticale) et du déplacement angulaire transversal (parallèlement

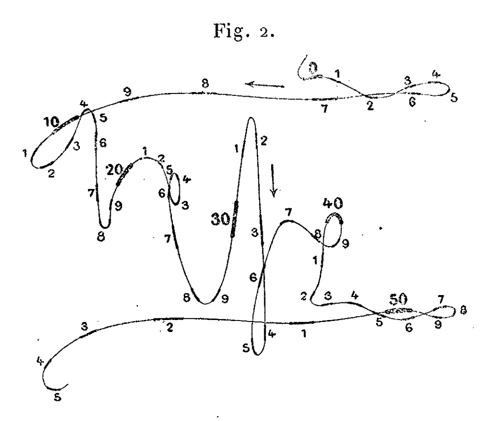
à l'horizontale) en un point situé à 20^{mm} d'une des extrémités d'une corde de 600^{mm} excitée par l'archet à l'autre extrémité.

Fig. 1.



» La *fig.* 2 est la même courbe, pointillée en $\frac{1}{8000}$ de seconde, anamorphosée suivant le mode décrit ci-dessus. La projection horizontale de chaque

Fig. 2.



point n'est pas altérée, la projection verticale doit être corrigée d'une quantité proportionnelle au temps; la distance des points homologues de deux périodes successives donne le coefficient de proportionnalité en même temps que la direction de l'axe de projection. On en déduit immédiatement le tracé graphique de la loi avec le temps de chaque mouvement composant.

» J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie les clichés et dessins originaux dont ces figures sont les copies.

» Je poursuis depuis plusieurs années l'étude de ces mouvements vibratoires complexes qui touchent à une foule de problèmes, en apparence très divers; cette étude est loin d'être complète, même au simple point de vue de l'acoustique musicale; il reste encore bien des difficultés à lever avant de pouvoir donner une analyse mécanique satisfaisante du phénomène de l'excitation vibratoire. Toutefois, à un point de vue général, il m'a paru

utile de signaler dès à présent le rôle inattendu de l'élasticité de torsion si nette dans les vibrations transversales des cordes, mais moins apparent dans des phénomènes analogues. »

HYDRAULIQUE. — *Quelques considérations sur la construction des grands barrages;* par **M. Maurice Lévy.**

I. — Considérations pratiques.

« 1. *Sur un moyen d'empêcher l'eau de rester sous pression à l'intérieur des barrages.* — Le danger spécial aux barrages de grande hauteur tels qu'ils ont été établis jusqu'ici, aussi bien à l'étranger qu'en France, provient de la sous-pression ou pression ascendante qu'y produit l'eau lorsque, par des fissures, elle parvient à pénétrer dans la maçonnerie sur une étendue suffisante.

» Une augmentation même exagérée de leurs dimensions ne ferait pas complètement disparaître ce danger. Il est assez analogue à celui que présenterait une chaudière sans soupape de sûreté, et le seul remède radical consisterait, je crois, à leur donner désormais l'équivalent de cet appareil.

» Parmi les moyens que l'on peut imaginer dans ce but, j'ai pensé au suivant :

» La face amont de l'ouvrage, au lieu d'être lisse, serait munie d'une série de pilastres à bases carrées d'environ 2^m de côté et espacés entre eux également d'environ 2^m.

» Un mur continu, que j'appellerai le *mur de garde* du barrage, serait accolé aux faces amont de ces pilastres, de sorte que les intervalles compris entre les pilastres d'une part, le mur de garde et le massif principal du barrage d'autre part, formeraient des puits carrés d'environ 2^m de côté, régnant sur toute la hauteur du barrage. Les angles de ces puits seraient arrondis, de façon à leur donner une forme circulaire, qui augmenterait leur résistance, ainsi que la connexion entre le mur de garde et le massif du barrage.

» Supposons qu'une fissure quelconque vienne à se produire; si elle ne dépasse pas la largeur d'un pilastre, soit 2^m, elle n'offre aucun danger; dès qu'elle dépasse cette dimension au plus, elle débouche forcément dans un ou plusieurs puits, de sorte que l'eau qui y pénètre, au lieu d'y produire une pression, s'écoulera dans ces puits. Les fissures, quelles qu'elles soient, deviennent ainsi inoffensives.

» Les eaux amenées de la sorte dans les puits seraient recueillies par un drain longeant tout le barrage, puis évacuées par le canal de vidange du réservoir. Par le volume d'eau que donnerait ce drain, on serait constamment averti de ce qui se passe dans le barrage. Dès que ce volume atteindrait une valeur appréciable, on visiterait les puits et l'on en boucherait les fissures.

» Avec ce dispositif, nous pensons qu'un barrage ne présenterait pas plus de chances d'accident que tout autre ouvrage d'art. Les puits seraient d'ailleurs très commodes pour l'établissement des vannes de prise d'eau et de vidange.

» On pourrait aussi, au lieu d'adosser les puits en maçonnerie à un barrage de même matière, les adosser à une digue en terre. Celle-ci aussi se trouverait par là à l'abri des sous-pressions ou des infiltrations de l'eau du réservoir.

» 2. *Sur une nouvelle condition de résistance à imposer aux barrages.* — Pour les barrages en maçonnerie non munis du dispositif qui vient d'être décrit, par conséquent pour les barrages existants qui inspireraient quelque inquiétude, il conviendrait, je crois, d'adopter une nouvelle condition de résistance le long du parement d'amont.

» On s'impose habituellement (et encore cela n'est-il pas strictement observé partout) la condition qu'à leurs extrémités d'amont les joints horizontaux ne tendent pas à s'ouvrir ou ne supportent pas de traction; cela équivaut à assujettir la courbe des pressions à demeurer partout dans le tiers moyen des joints. Mais cela ne suffit pas : il s'agirait d'arriver à empêcher l'eau de pénétrer dans un joint ou dans une fissure, même si, par des effets calorifiques ou autres, elle est formée. La condition théorique nécessaire et suffisante pour cela, c'est que la pression à l'extrémité amont d'un joint soit supérieure à la pression de l'eau du réservoir en ce point. En prenant le poids spécifique de l'eau pour unité, cette pression, à la profondeur y, est égale à l'ordonnée y elle-même; soit n' la pression à l'extrémité amont du joint situé à cette profondeur. Au lieu de la condition habituelle $n' \geqq 0$, on devra s'imposer celle-ci :

$$(a) \qquad n' > y.$$

De cette façon l'eau, au lieu de tendre à pénétrer dans la maçonnerie, tendra toujours à en être chassée.

» Cette condition a naturellement beaucoup moins d'importance si l'on adopte le dispositif décrit au n° 1. Mais, même dans ce cas, elle nous paraît

sage; car il est toujours préférable de chasser l'eau de la maçonnerie, non seulement à cause de la sous-pression, mais aussi à cause de la gelée.

» La condition (a) se rapporte aux joints horizontaux. Dans les fissures verticales, quoique, par elles-mêmes, elles soient moins graves, il conviendrait que la même condition fût remplie. Dans ce but, on pourrait constituer en plan un barrage par une série de voûtes cylindriques à génératrices verticales, de 15 à 30^{m} de flèche, avec contreforts aux extrémités de chaque voûte.

» La pression de l'eau contre les voûtes cylindriques serrera les joints verticaux. Ce serrage, sauf les effets de la température, remplira de lui-même la condition d'être supérieur à la pression de l'eau.

» Le dispositif en voûtes séparées par des contreforts a d'ailleurs encore le double avantage :

» 1° De donner à l'ouvrage une grande liberté de dilatation sous l'influence de la chaleur;

» 2° Selon toute vraisemblance, de limiter une brèche qui viendrait à se produire, à la voûte où elle se serait produite.

» 3. *Nécessité de quelques données d'observation.* — La condition que le serrage des joints verticaux soit supérieur à la pression de l'eau devrait être remplie en tout temps, par les plus grandes chaleurs, comme par les plus grands froids. Pour pouvoir traduire cela mathématiquement, il est nécessaire de connaître, pour les diverses espèces de maçonneries usitées, le coefficient d'élasticité et le coefficient de dilatation. Ils ne sont guère déterminés, et il serait bien utile que le Laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées fît quelques recherches à ce sujet.

» 4. *Sur les lignes d'assises à donner aux barrages.* — On sait que, dans un solide prismatique comme un barrage, il existe dans chaque section transversale deux systèmes de lignes se coupant partout à angle droit, qu'avec Lamé nous appellerons *lignes isostatiques* et qui possèdent cette double propriété :

» 1° De ne supporter que des pressions rigoureusement normales;

» 2° De supporter, en chaque point, à savoir : l'une la pression la plus grande, l'autre la pression la plus petite qui se produise en ce point. Nous appellerons les premières les lignes (A) et les dernières les lignes (B).

» Il est clair que c'est suivant le premier de ces deux systèmes de lignes qu'il conviendrait d'élever les assises de la maçonnerie, puisqu'on éviterait ainsi toute tendance au glissement le long de ces assises.

» A la rigueur, on pourrait tracer ces lignes graphiquement par leurs

tangentes que l'on peut déterminer en chaque point. Mais cela n'est pas nécessaire. On connaît *a priori* deux lignes isostatiques, c'est-à-dire deux lignes ne supportant que des pressions normales : ce sont les deux parements du barrage. Le parement d'aval supportant des pressions nulles appartient forcément au système (B), c'est-à-dire à celui des pressions minima. Le parement d'amont appartient aussi à ce même système si la condition (*a*) du n° 2 est remplie.

» Par suite, toutes les lignes du système (A), c'est-à-dire toutes les lignes d'assises doivent couper à angle droit les deux parements.

» Au lieu de les calculer exactement, il est parfaitement suffisant de les remplacer par des arcs de cercle remplissant cette condition. Il n'y aura ainsi aucune tendance au glissement aux deux extrémités de chaque assise et cette tendance sera extrêmement faible à l'intérieur du massif, ce qui est très important, surtout à la base de la digue.

» Il va de soi que cela n'empêche pas de faire l'ouvrage en *opus incertum*, c'est-à-dire de ne pas faire des assises unies; cela n'empêche pas non plus l'emploi de gradins au niveau de la fondation.

» La manière d'assiser que je viens d'indiquer offre encore l'avantage de faciliter l'écoulement des eaux pluviales en tout temps et, en particulier, pendant que les travaux sont arrêtés entre deux campagnes.

II. — Considérations théoriques.

» 5. *Hypothèses et notations*. — Je prendrai le mètre pour unité de longueur et la tonne, c'est-à-dire le poids du mètre cube d'eau pour unité de force. Je désignerai par k le poids spécifique de la maçonnerie exprimé en tonnes, en sorte que k est compris entre 2 et 3.

» Je ferai abstraction des puits, même s'ils existent, c'est-à-dire que je supposerai le mur de garde accolé au massif du barrage. Cette hypothèse est évidemment moins favorable que la réalité. De même, je ne tiendrai pas compte de la résistance des contreforts, s'il y en a.

» Je supposerai les points d'une section transversale de l'ouvrage rapportés à deux axes de coordonnées : l'un horizontal Ox dirigé suivant le couronnement du barrage, de l'amont vers l'aval; l'autre dirigé suivant la verticale de la crête amont du barrage dans le sens descendant, par conséquent suivant le parement d'amont si celui-ci est vertical, ce que nous supposerons d'abord.

» Soit, à la profondeur y,

$$\varepsilon = \varphi(y) \tag{1}$$

l'épaisseur de l'ouvrage (massif principal et mur de garde réunis) comptée suivant une horizontale.

» La pression de l'eau, sur la hauteur y, est

$$\frac{y^2}{2}.$$

» Le poids N de la maçonnerie correspondant à cette hauteur est

$$N = k\int_0^y \varepsilon\, dy. \tag{2}$$

» Le moment de flexion M dans la section horizontale, faite à la profondeur y, est

$$M = \frac{y^3}{6} + \frac{k}{2}\left(\int_0^y \varepsilon^2\, dy - \varepsilon\int_0^y \varepsilon\, dy\right). \tag{3}$$

» Les quadratures se font facilement en remplaçant le parement d'aval par une suite de lignes droites.

» J'admettrai pour la répartition des pressions, *dans les sections horizontales*, la loi dite du *trapèze*. On peut établir facilement que, dans le cas idéal d'un barrage à profil triangulaire, cette hypothèse est conforme à la théorie mathématique de l'élasticité.

» 6. *Énoncé des conditions de résistance.* — Les conditions de résistance que nous admettrons sont les suivantes :

» 1° Que, suivant aucune ligne *droite ou courbe* tracée dans une section transversale du barrage et en aucun point de cette ligne il puisse y avoir tendance au glissement ou tendance au cisaillement ou écrasement de la maçonnerie, ou effort de traction sur les mortiers, qu'en particulier, il ne puisse pas se produire de *soufflures* ou tractions tendant à séparer le parement d'aval du corps du barrage;

» 2° S'il n'y a pas de mur de garde avec puits, et même s'il y en a et qu'on craigne la gelée, qu'en aucun point du parement d'amont, la compression de la maçonnerie puisse être inférieure à la pression de l'eau en ce point (*voir* n° 2).

A. — *Premiers calculs de résistance.*

» 7. *Glissement suivant une section horizontale. Poids minimum de maçonnerie.* — Pour qu'il n'y ait pas glissement sur une section horizontale

placée à la profondeur y, il faut que

$$\text{(A)} \qquad N \geqq \frac{y^2}{2f} \quad \text{ou} \quad \int_0^y \varepsilon\, dy \geqq \frac{y^2}{2fk},$$

f étant le coefficient de frottement. On admet généralement $f = 0,70$ à $0,75$. C'est beaucoup, surtout sur les fondations, si l'on élève l'ouvrage par assises à peu près horizontales. Je pense que ce chiffre devient admissible, si l'on assise comme il est dit au n° 4, parce qu'alors intervient suivant une section horizontale, non seulement le frottement, mais aussi la résistance au cisaillement de la pierre.

» N est le poids de la portion du barrage de hauteur y à partir du couronnement. Donc, quel que soit le profil d'aval que l'on adopte, le minimum de ce poids est

$$(4) \qquad N = \frac{y^2}{2f},$$

et le poids minimum de l'ouvrage entier, en appelant H sa hauteur, est

$$\frac{H^2}{2f}.$$

» L'équation (4) différentiée donne, à cause de (2),

$$\varepsilon = \frac{y}{fk},$$

de sorte qu'en dépensant le minimum de maçonnerie eu égard à la seule condition dont nous nous occupons, on serait amené à donner au barrage une section triangulaire, le parement d'aval ayant un fruit $\frac{1}{fk}$ compris, si l'on suppose $f = 0,70$ entre $\frac{1}{1,4}$ et $\frac{1}{2,10}$, puisque k est compris entre 2 et 3.

» 8. *Compression au droit du parement d'aval.* — J'ai établi la proposition suivante, facile à démontrer :

» Théorème. — *La compression maxima en un point du parement d'aval est égale à celle qui se produit sur l'élément horizontal passant en ce point, divisée par le carré du cosinus de l'angle que fait le parement avec la verticale.*

» Soit n'' la pression exercée à l'extrémité aval de l'élément horizontal; la pression maxima sera $n''(1 + \varepsilon'^2)$, en désignant par $\varepsilon' = \frac{d\varepsilon}{dy}$ le fruit du parement en ce point. C'est cette pression qui doit être inférieure ou au

plus égale à celle R qu'on ne veut pas dépasser pour la maçonnerie employée. Ainsi, on doit avoir

$$n'' \leqq \frac{R}{1+\varepsilon'^2}.$$

» Mais la règle du trapèze donne

$$n'' = \frac{N}{\varepsilon} + \frac{6M}{\varepsilon^2},$$

d'où

$$\text{(B)} \qquad N\varepsilon + 6M \leqq \frac{R\varepsilon^2}{1+\varepsilon'^2},$$

N et M ayant les valeurs (2) et (3). La condition d'égale résistance le long du parement d'aval serait donc

$$\text{(B')} \qquad N\varepsilon + 6M = \frac{R\varepsilon^2}{1+\varepsilon'^2}.$$

» On partira d'une épaisseur donnée ε_0 en couronne; on supposera le parement vertical, ce qui donne $\varepsilon' = 0$ et l'on cherchera la hauteur y pour laquelle l'inégalité (B) est satisfaite; puis on prendra un fruit $\varepsilon' = 0,1$ par exemple. On cherchera la nouvelle hauteur pour laquelle elle est satisfaite; puis un fruit $\varepsilon' = 0,2$ et ainsi de suite. On déterminera ainsi de proche en proche le parement d'aval. S'il ne satisfait pas partout à la condition de glissement (A), on le renforcera. On aura ainsi un profil satisfaisant aux deux conditions (A) et (B).

» *Remarque.* — Le théorème énoncé au commencement de ce paragraphe montre que l'avantage d'adopter un profil d'aval un peu concave est beaucoup moins grand qu'on l'a supposé dans les Ouvrages les plus récents. Un profil plan est vraisemblablement, avec la nouvelle forme que notre théorème donne à la condition d'égale résistance, aussi économique et peut-être plus économique (ce serait un théorème à établir) que les profils courbes. Cela simplifierait naturellement la marche qui vient d'être indiquée. On chercherait, à l'aide de l'équation (B'), appliquée à la base de l'ouvrage, le fruit à adopter.

» 9. *Compression au droit du parement d'amont.* — La compression n' sur un élément passant à l'extrémité amont de la section horizontale faite à la profondeur y est

$$n' = \frac{N}{\varepsilon} - \frac{6M}{\varepsilon^2}.$$

Les grandeurs ε, N, M sont à présent connues par les calculs antérieurs.

» Si l'on a des puits et si l'on ne craint pas la gelée, on devra s'assurer qu'on a partout

$$n' \geqq 0$$

ou

$$\text{(C)} \qquad N\varepsilon - 6M \geqq 0.$$

Dans le cas contraire, on devra s'assurer qu'on a partout

$$n' > y$$

ou

$$\text{(C')} \qquad N\varepsilon - 6M \geqq \varepsilon^2 y,$$

et cette condition vraisemblablement ne sera pas satisfaite d'elle-même et exigera un nouveau renforcement du barrage.

B. — *Calculs complémentaires de résistance.*

» 10. *Expression des forces élastiques sur les éléments horizontaux et verticaux.* — Si l'on a satisfait aux conditions (A), (B), (C'), j'estime qu'on peut s'en tenir là. On peut considérer comme évident, sans que cela puisse toutefois se prouver mathématiquement, que les autres conditions énoncées au n° 6 seront remplies d'elles-mêmes. Si l'on a satisfait aux conditions (A), (B), (C), cela est encore assez vraisemblable. Il est pourtant prudent, surtout pour un barrage de grande hauteur, de s'en assurer. Les calculs deviennent un peu laborieux; mais on peut les effectuer à l'aide des formules que nous allons donner.

» Ayant les pressions normales n' et n'' aux deux extrémités de la section horizontale faite à la profondeur y, on a, d'après la loi du trapèze, la pression normale n, en un point de cette section située à la distance x du parement d'amont, par la formule linéaire en x

$$n = n' + (n'' - n')\frac{x}{\varepsilon}.$$

Soit

$$n = P + Qx,$$

où

$$(5) \qquad \begin{cases} P = n' = \dfrac{N}{\varepsilon} - \dfrac{6M}{\varepsilon^2}, \\ Q = \dfrac{n'' - n'}{\varepsilon} = \dfrac{12M}{\varepsilon^3}, \end{cases}$$

de sorte que P et Q sont deux fonctions de la seule variable y, faciles à déduire des calculs antérieurs.

» Mais on est forcé de calculer aussi leurs dérivées premières P', Q' et leurs dérivées secondes P'', Q'' pour les sections ou valeurs de y pour lesquelles on veut faire la vérification actuelle. On la fera surtout pour $y = H$ ou à la base de la digue.

» Dans les expressions de ces dérivées, on peut négliger la dérivée seconde ε'' de ε, à cause de la faible courbure du parement d'aval; s'il n'a nulle part une forte inclinaison, on pourra négliger aussi ε', au moins à une première approximation, et surtout ε'^2.

» Ceci posé, soient respectivement n_1 et t les composantes normale et tangentielle de la pression totale exercée sur un élément vertical passant par un point (x, y) du profil transversal de la digue. On sait que t représente aussi la composante tangentielle exercée sur l'élément horizontal passant en ce point, en sorte que n et t sont les deux composantes de la pression totale que supporte cet élément.

» On a, d'après la théorie du rectangle élémentaire, en reproduisant l'expression ci-dessus de n,

$$(6)\qquad \left\{ \begin{aligned} n &= P + Qx, \\ n_1 &= y + P''\frac{x^2}{2} + Q''\frac{x^3}{6}, \\ t &= kx - P'x - Q'\frac{x^2}{2}. \end{aligned} \right.$$

» 11. *Condition de non-soufflure au parement d'aval.* — La maçonnerie devant être comprimée dans tous les sens, il faut que la force n_1 soit partout positive. Elle l'est pour $x = 0$, puisqu'elle se réduit alors à la pression de l'eau sur le parement amont. Il sera bon de vérifier qu'elle l'est aussi près du parement d'aval, soit pour $x = \varepsilon$.

» Il y a une digue en maçonnerie de l'un des réservoirs du canal de Bourgogne dont le parement d'aval se décolle constamment en se boursouflant à environ $0^m,40$ de distance du parement d'aval. Ce fait se produit aussi à d'autres barrages de grande hauteur. On l'attribue généralement à des effets de gelée et de dilatation calorifique; mais il s'expliquerait de lui-même si, pour ces ouvrages, n_1 devenait négatif vers l'aval, c'est-à-dire s'il y avait traction dans le sens horizontal. Il convient donc de vérifier la chose. La seconde formule (6) permet de le faire.

» 12. *Compression maxima suivant un élément quelconque.* — La com-

pression maxima en un point quelconque, c'est-à-dire (n° 4) la pression exercée sur la courbe isostatique (A) passant en ce point, pression que nous désignerons par la lettre A, est

$$\text{(D)} \qquad A = \frac{n + n_1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{(n - n_1)^2 + 4t^2}.$$

» On doit avoir, par suite,

$$\text{(D')} \qquad A \leqq R.$$

Si, pour une valeur de y, A est une fonction croissante de x, sa plus grande valeur se produit au parement d'aval. Il serait facile de s'assurer que son expression (D) coïncide alors avec celle résultant du théorème énoncé au n° 8. La vérification faite à l'aide de ce théorème suffit alors pour être entièrement certain que nulle part la maçonnerie ne supporte, dans quelque direction que ce soit, une pression supérieure à R.

» Si, au contraire, pour une valeur de y, l'expression de A considérée comme fonction de x passait par un maximum, pour x compris entre o et ε, ce qu'on reconnaîtrait en cherchant si $\frac{\partial A}{\partial x}$ change de signe dans cet intervalle, c'est la valeur maxima ainsi obtenue pour A qui devrait être inférieure à R. Autrement, il conviendrait de renforcer la digue.

» 13. *Compression minima.* — La compression minima en un point, c'est-à-dire la force élastique exercée sur la ligne isostatique (B) passant en ce point, force élastique que nous appellerons B, a pour expression

$$\text{(E)} \qquad B = \frac{n + n_1}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{(n - n_1)^2 + 4t^2},$$

et l'on doit avoir partout $B > 0$.

» Au parement amont, la condition est remplie; au parement aval, on a $B = 0$. Si donc B est une fonction décroissante de x, la condition sera remplie partout. Pour qu'elle ne le fût pas, il faudrait que B passât par un minimum entre $x = 0$ et $x = \varepsilon$; c'est alors ce minimum qui ne devrait pas être négatif pour que l'on fût assuré que, nulle part et dans aucune direction, il n'y a traction de la maçonnerie.

14. *Cisaillement.* — La force tangentielle maxima en un point donné a pour expression

$$\frac{A - B}{2},$$

soit

$$\text{(F)} \qquad \tfrac{1}{2}\sqrt{(n-n_1)^2+4t^2}.$$

» On peut donc, si on le veut, vérifier si nulle part la maçonnerie ne tend à se rompre par cisaillement. En appelant R′ sa résistance au cisaillement, on devrait avoir partout

$$\text{(F}'\text{)} \qquad \tfrac{1}{2}\sqrt{(n-n_1)^2+4t^2} \leqq R'.$$

» 15. *Glissement.* — On a vérifié en commençant que nulle part il ne peut y avoir glissement sur un joint horizontal. Pourrait-il y avoir glissement suivant des lignes planes ou courbes quelconques? Il est évident que, suivant de telles lignes, ce n'est pas le mortier seul qui résisterait; ce n'est donc pas le frottement seul, si l'on fait abstraction de l'adhérence du mortier. La résistance au cisaillement de la pierre interviendrait et, à ce point de vue, on pourrait se borner à la condition du paragraphe précédent.

» On peut aussi poser la question de la manière suivante : soit p la pression totale exercée sur un élément linéaire d'inclinaison quelconque, passant en un point du profil de la digue. Soient respectivement p_ν la composante normale et p_τ la composante tangentielle de cette force.

» La pression normale p_ν, au moment d'un glissement, donnerait lieu à un frottement fp_ν, de sorte que la force produisant le cisaillement ne serait pas p_τ, mais

$$p_\tau - fp_\nu.$$

» Il suffit donc que le maximum que peut atteindre cette différence, calculée pour les différents éléments linéaires considérés, ne dépasse en aucun point la résistance au cisaillement R′ de la pierre.

» On peut s'assurer qu'en un point donné, ce maximum a pour expression

$$(7) \qquad \frac{\sqrt{1+f^2}\,\sqrt{(n-n_1)^2+4t^2} - f(n+n_1)}{2},$$

de sorte qu'en tenant ainsi compte à la fois de la résistance au cisaillement et de la résistance au frottement, l'inégalité (F′) serait remplacée par celle-ci :

$$(7') \qquad \tfrac{1}{2}\sqrt{(n-n_1)^2+4t^2} \leqq \frac{1}{\sqrt{1+f^2}}\left[R' + \frac{f(n+n_1)}{2}\right]$$

qui peut être vérifiée sans que celle (F′) le soit et qui, en fait, exprime qu'il ne peut y avoir glissement dans aucune direction.

C. — *Cas où le parement amont n'est pas vertical.*

» 16. L'usage a prévalu, dans les derniers barrages établis, de faire le parement amont à peu près vertical. Mais, pour satisfaire le plus économiquement possible à la condition du n° 2, on pourra être conduit à donner aussi à ce parement soit une inclinaison prononcée, soit même un fruit variable. Il est bon de compléter les formules précédentes à ce point de vue.

» Prenons toujours l'axe des y suivant la verticale de la crête amont du barrage et soient, respectivement, à la profondeur y : ε et $-\varepsilon_1$ les abscisses d'un point du profil d'aval et d'un point du profil d'amont, en sorte que ε et ε_1 sont deux fonctions de y.

» La pression normale N sur la section horizontale placée à la profondeur y, section dont l'épaisseur est $\varepsilon+\varepsilon_1$, a pour expression

$$N = k\int_0^y (\varepsilon+\varepsilon_1)\,dy + \int_0^y y\,\frac{d\varepsilon_1}{dy}\,dy. \tag{8}$$

» Le moment de flexion M, dans cette section, est

$$\left\{\begin{aligned} M = {} & \frac{k}{2}\left[\int_0^y (\varepsilon^2-\varepsilon_1^2)\,dy - (\varepsilon-\varepsilon_1)\int_0^y (\varepsilon+\varepsilon_1)\,dy\right] \\ & + \frac{y^3}{6} + \int_0^y \varepsilon_1\,\frac{d\varepsilon_1}{dy}\,y\,dy - \frac{\varepsilon-\varepsilon_1}{2}\int_0^y y\,\frac{d\varepsilon_1}{dy}\,dy. \end{aligned}\right. \tag{9}$$

» La pression n', sur l'extrémité amont d'un joint horizontal, serait donnée par la formule

$$n' = \frac{N}{\varepsilon+\varepsilon_1} - \frac{6M}{(\varepsilon+\varepsilon_1)^2}. \tag{10}$$

» La pression n'', à l'extrémité aval, par

$$n'' = \frac{N}{\varepsilon+\varepsilon_1} + \frac{6M}{(\varepsilon+\varepsilon_1)^2}. \tag{10'}$$

» Les formules (8), (9), (10) et (10′) permettent de faire la détermination des deux profils par des calculs analogues à ceux des n°s 7, 8, 9, les conditions indiquées dans ces paragraphes pouvant être conservées.

» Si l'on veut pousser les calculs plus loin, selon les n°s 10 et suivants, il

faut calculer n, n_1, t. On aura ici

$$n = \frac{-n'(x-\varepsilon) + n''(x+\varepsilon_1)}{\varepsilon+\varepsilon_1},$$

soit toujours

$$n = \mathrm{P} + \mathrm{Q}x,$$

en posant ici

$$(11) \qquad \mathrm{P} = \frac{n'\varepsilon + n''\varepsilon_1}{\varepsilon+\varepsilon_1}, \qquad \mathrm{Q} = \frac{n''-n'}{\varepsilon+\varepsilon_1}.$$

» Les formules (6) du n° 10 deviennent

$$(12) \left\{\begin{aligned} n &= \mathrm{P} + \mathrm{Q}x, \\ t &= (k-\mathrm{P}')(x+\varepsilon_1) - \mathrm{Q}'\frac{x^2-\varepsilon_1^2}{2} - (\mathrm{P}-\mathrm{Q}\varepsilon_1 - y)\varepsilon_1', \\ n_1 &= y + (\mathrm{P}-\mathrm{Q}\varepsilon_1 - y)\varepsilon_1'^2 \\ &\quad + \left[-(k-\mathrm{P}')\varepsilon_1 - \mathrm{Q}'\frac{\varepsilon_1^2}{2} + (\mathrm{P}-\mathrm{Q}\varepsilon_1-y)\varepsilon_1'\right]'(x+\varepsilon_1) \\ &\quad + \mathrm{P}''\frac{x^2-\varepsilon_1^2}{2} + \mathrm{Q}''\frac{x^3+\varepsilon_1^3}{6}, \end{aligned}\right.$$

où les accents désignent des dérivées par rapport à y.

» Pour $\varepsilon_1 = 0$ on retrouve les formules (6).

» Si l'inclinaison du parement d'amont est assez faible, on pourra négliger ε_1' dans ces équations.

» Toutes les formules des n°s 11 et suivants restent d'ailleurs applicables au problème général qui fait l'objet du présent paragraphe. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La Commission internationale des glaciers.* Note de M. **F.-A. Forel.**

« Le sixième Congrès international de Géologie, réuni à Zurich en août 1894, a chargé une Commission, dont j'ai l'honneur d'être le président et qui a pour représentant en France le prince Roland Bonaparte, d'étudier les variations en grandeur des glaciers dans les diverses contrées de la terre. J'essayerai de résumer les grands traits du problème qui nous est posé.

» Les glaciers actuels présentent des variations de volume qui deviennent

spécialement apparentes à l'observation sous la forme de variations de leur longueur; tantôt le glacier s'avance plus bas, tantôt il s'allonge moins loin dans sa vallée de dévalement. Ces oscillations résultent des variations dans les deux facteurs opposés qui président au volume du glacier : le facteur d'alimentation, par la précipitation plus ou moins forte de neige et de givre de l'humidité atmosphérique sur les hauts sommets des montagnes; le facteur de destruction, par la chaleur estivale qui attaque plus ou moins la glace dans les basses régions où l'amène son lent écoulement et le transforme en eau liquide. Ces deux facteurs sont soumis à des variations cycliques dans l'ordre des variations atmosphériques.

» L'observation des Alpes de l'Europe centrale nous a donné, dans le siècle actuel, quelques indices sur les allures de ces variations des glaciers. En résumant ce que nous savons sur les glaciers de la Savoie, de la Suisse, de la haute Italie et de l'Autriche, nous constatons les faits suivants :

» Phase de crue, de 1811 à 1820 et 1825.

» État de maximum, à la fin du premier quart de siècle.

» Décrue, minimum et nouvelle crue, mal marqués, mal définis, indécis.

» État de maximum, vers 1855; disons vers la moitié du siècle.

» Grande décrue générale, dans le troisième quart du siècle.

» Crue à partir de 1875, 1880 et 1890, pour tous les glaciers du mont Blanc, la moitié de ceux du Valais, un quart de ceux de Berne, et quelques glaciers des Grisons et de l'Autriche.

» Maximum en 1893, pour quelques-uns des glaciers qui ont subi la crue du dernier quart du siècle.

» Des faits observés, nous déduisons :

» *a*. Les allures des glaciers sont individuelles et spéciales à chacun d'eux;

» *b*. Il y a cependant des allures générales qui apparaissent dans certains cas sur l'ensemble des glaciers d'un pays;

» *c*. La durée de ces oscillations des glaciers se mesure par dizaines d'années; d'après les chiffres connus, la durée moyenne peut être évaluée à trente ou quarante ans au moins. Les variations des glaciers sont de longue périodicité.

» *d*. D'après les faits connus dans les autres régions glaciaires du globe, aussi bien dans les régions polaires que dans les chaînes alpines des régions tempérées, les mêmes variations des glaciers peuvent y être constatées.

» Les variations des facteurs humidité atmosphérique et chaleur, qui régissent le volume des glaciers, sont d'ordre climatique; elles sont l'indice de variations du climat.

» Nous avons donc, dans l'observation des oscillations des glaciers, un procédé comparable d'appréciation des variations de climat dans les diverses régions du globe. Si nous pouvons découvrir une simultanéité ou une alternance dans la variation des glaciers sous les diverses latitudes et longitudes du globe, nous aurons donné une réponse à de graves questions de Météorologie générale, en même temps que nous fournirons une base plus certaine à l'explication de ces variations, ainsi qu'à la théorie des époques glaciaires de l'ère quaternaire.

» Nous précisons donc dans les termes suivants le problème posé à la Commission internationale des glaciers : Y a-t-il simultanéité, ou y a-t-il alternance, ou n'y a-t-il pas de concordance dans les variations glaciaires :

» *a.* Dans les divers glaciers d'un même continent (exemples : Alpes, Pyrénées, Alpes scandinaves)?

» *b.* Dans les divers glaciers d'un même hémisphère, au Nord ou au Sud de l'équateur (exemples : glaciers d'Europe, glaciers d'Asie, glaciers nord-américains, glaciers polaires arctiques)?

» *c.* Dans les divers glaciers du globe, glaciers de l'hémisphère nord, glaciers polaires arctiques, glaciers de l'hémisphère sud, glaciers polaires antarctiques?

» C'est pour cette œuvre scientifique de longue haleine que la Commission internationale des glaciers sollicite le concours des naturalistes du monde entier, et la bienveillance de l'Académie des Sciences de France. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. **Descroix** soumet au jugement de l'Académie une série de Tableaux numériques, portant pour titre « Études sur le climat de Paris; 2e série ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

M. R. **Bergh**, nommé Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *G. Basso*, membre de l'Académie royale des Sciences de Turin.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *J. Strauss*, intitulé « La tuberculose et son bacille ». (Présenté par M. Brouardel.)

2° Un Ouvrage de M. *F.-A. Forel*, intitulé : « Le Léman, monographie séismologique ».

PHYSIQUE. — *Sur le mouvement brownien*. Note de M. **C. Maltézos**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans notre Mémoire sur le mouvement brownien, inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique* en avril 1894, nous disions :

» La tension superficielle étant la même autour du corpuscule en sus-
» pension, son effet sera nul. Or cet équilibre cesse d'avoir lieu et le
» mouvement brownien prend naissance dans les cas suivants, à un des-
» quels au moins, admettons-nous, le corpuscule en mouvement obéit :
» 1° Quand le corps n'a pas la même densité superficielle sur toute sa
» surface, etc.; et enfin 4° Si près du corps le liquide n'est pas pur.... »

» Pourtant nous n'étions pas alors fixé sur la cause prépondérante de ce phénomène.

» Avant d'arriver aux conclusions précédentes, nous avions examiné et discuté les faits observés par d'autres et par nous-même, et spécialement le phénomène de M. Stanley Zevons. Cet expérimentateur avait observé que, si l'on ajoute à l'eau des solutions salines ou acides, le mouvement brownien est presque arrêté. Pourtant, d'après nos observations personnelles, cela n'était pas tout à fait exact, parce qu'il y a des particules, et quelquefois en grand nombre, qui continuent à montrer le mouvement brownien après cette addition.

» Ce phénomène ne nous avait pas servi pour l'explication cherchée, car nous ne comprenions pas alors très bien le rôle que l'addition du sel ou de l'acide y jouait.

» Heureusement nous avons lu dernièrement le travail de M. J.-A. Bliss, *Sur les forces apparentes entre les fines particules solides immergées totalement dans les liquides* (1), dans lequel est décrite une série d'observations faites en vue de rechercher les causes du phénomène de la floculation (2).

(1) *Physical Review*, Vol. II, n° 11; 1895.

(2) Ce phénomène consiste en ceci : si, dans l'eau contenant en suspension de fins

» J'ai étudié moi-même, avec une grande attention, ce phénomène de la floculation, et j'ai observé que, après l'addition de la solution saline ou acide dans l'eau, les particules forment des flocons quand elles se trouvent très près les unes des autres, et cessent de montrer le mouvement brownien quand elles se réunissent en plusieurs; mais il y en a d'autres qui s'arrondissent simplement, grossissent et continuent à se mouvoir ; enfin, il y en a d'autres qui se dédoublent en s'unissant à une autre particule voisine, et continuent à montrer le mouvement brownien. Seulement, la durée de la suspension est devenue plus courte.

» En observant des corpuscules immergés en mouvement, d'abord à travers un système optique grossissant 550 fois, et ensuite en changeant l'oculaire pour obtenir un grossissement de 860 fois, j'ai remarqué que, tout près des gros corpuscules, il en existait souvent d'autres presque invisibles par le premier oculaire. Ainsi s'explique l'arrondissement observé pour beaucoup des corpuscules après l'addition de la solution saline ou acide, et aussi le caractère floconneux de plusieurs flocus reposant au fond, dont la partie translucide se met, par la plus faible trépidation du support, à vibrer fortement en ressemblant à des ombres mouvantes.

» Il résulte de ce qui précède que la cause prépondérante du mouvement brownien est la quatrième de celles que j'avais proposées dans le Mémoire susmentionné, développée et *modifiée* comme il suit. Considérons un corpuscule solide (ou liquide) suspendu dans l'eau (ou dans un li-

---

corpuscules d'argile ou du sable, nous ajoutons quelques gouttes de différentes solutions, nous observons les effets suivants :

1° Si l'on y ajoute un acide, du sel marin, du citron ou encore un sel neutre, les particules se réunissent en groupes, c'est-à-dire qu'elles constituent des flocons; 2° si l'on y ajoute une trace d'ammoniaque, de potasse ou de soude caustique, de carbonate de potasse ou de soude, ou enfin du borax, les particules semblent devenir plus fines encore, et restent plus longtemps en suspension; 3° si un excès de ces mêmes substances y est ajouté, il se produit de nouveau le phénomène de la floculation.

Ce phénomène paraît être dû à la force capillaire entre l'eau, le sel ou l'acide et les solides. La théorie générale que M. Fuchs a proposée et qu'il a spécialisée pour le cas de la floculation de M. Bliss consiste en ceci : si l'attraction entre les molécules du solide et celles du liquide excède celle du liquide-liquide et celle du solide-solide, l'énergie potentielle est minimum. Si donc deux corpuscules sont à une distance mutuelle plus petite que le double de ce rayon, ils se repoussent. Mais si la force entre le solide-liquide est plus petite qu'entre liquide-liquide et solide-solide, l'énergie potentielle devient de plus en plus petite, quand les deux corpuscules s'en approchent indéfiniment. Il doit donc y avoir attraction.

quide). Ce corpuscule est entouré d'une atmosphère liquide, d'épaisseur égale au rayon de l'action moléculaire, dont la densité va en croissant jusqu'au corps. Nous distinguons deux cas : 1° le corpuscule se trouve tout près du fond du vase ou d'un autre corpuscule; 2° il est suspendu au sein de la masse fluide.

» 1. Quand le corpuscule se trouve tout près du fond (et toutes les particules, après un temps plus ou moins court, se trouvent dans ce cas), il plonge dans un liquide qui n'est plus homogène ni isotrope, car tout près de la paroi et des corps qu'elle supporte se forme l'atmosphère liquide capillaire. Et comme l'attraction solide-liquide et paroi-liquide est plus grande (dans l'eau pure) que l'attraction liquide-liquide et paroi-solide, l'énergie potentielle est minimum; si la distance du corpuscule au fond est plus petite que la somme des deux rayons de l'action moléculaire (paroi-liquide et corpuscule-liquide), il se produira des répulsions élémentaires dont la résultante variera, quant à la direction et la grandeur, d'après les anomalies que présentera le fond, et suivant la présence d'autres corpuscules. On aura donc le mouvement brownien.

» La même chose doit avoir lieu quand le corpuscule se trouve tout près d'un autre au sein de la masse fluide.

» 2. Quand le corpuscule se trouve assez éloigné des parois et des autres corpuscules suspendus dans le liquide, si celui-ci était homogène tout autour de lui, c'est-à-dire si la couche entourant le corpuscule avait la même épaisseur partout et si la loi de la variation de la densité était la même dans tous sens, le corpuscule ne présenterait pas le mouvement brownien ; mais si le liquide n'est pas homogène, soit en raison de sa saleté, soit à cause de la présence de l'objectif immergé, soit enfin par la non-homogénéité superficielle du solide, la différence de la tension superficielle qui en résultera suffira pour pousser le solide dans un sens ou dans l'autre, c'est-à-dire pour lui communiquer le mouvement brownien.

» Il est superflu d'ajouter que, si le corpuscule se trouve tout près d'un autre, ou près du fond, et si en même temps l'eau est salie, ce qui est le cas le plus fréquent, les deux causes ensemble concourent à communiquer au corpuscule le mouvement brownien. Ainsi le mouvement brownien *est un phénomène capillaire*.

» Cette explication rend aisément compte de *toutes* les particularités décrites par les divers observateurs et par moi-même, ainsi que de la modification causée par le phénomène produit par l'addition des gouttes d'une solution saline ou acide, c'est-à-dire par le phénomène de la floculation. »

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Éclairage par luminescence.* Note de M. A. WITZ, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Les foyers de lumière sont constitués par un solide ou un liquide incandescent, dont la température doit dépasser 1100°, d'après Draper, pour que la lumière soit blanche et le spectre complet. Le spectre visible a pour longueurs d'ondes limites $0^{\mu},38$ et $0^{\mu},76$, mais l'infra-rouge s'étend pour ainsi dire indéfiniment vers les radiations moins réfrangibles, donnant une chaleur sensible au bolomètre de Langley jusqu'aux ondes de 30μ de longueur, et embrassant par conséquent plus de cinq octaves de radiations lumineuses. Quand on trace la courbe d'énergie des spectres, en portant en abscisse les longueurs d'onde et en ordonnée l'intensité des radiations, on constate qu'elle ne présente qu'un seul maximum, généralement situé à l'entrée de l'infra-rouge, mais qui se déplace progressivement et avance vers la région la plus réfrangible à mesure que la température du foyer augmente ; cette courbe n'est pas symétrique par rapport à l'ordonnée maximum, et la majeure partie de son aire se trouve du côté du spectre calorifique obscur. Une forte proportion de l'énergie appartient donc à ces radiations invisibles et chaudes : voilà pourquoi les foyers de lumière sont tous aussi des foyers de chaleur, dont le rendement photogénique est extrêmement faible. J'ai calculé ce rendement dans une Note insérée aux *Comptes rendus* ([1]), en 1891.

» Améliorer ce rendement serait une découverte scientifique considérable : un grand nombre de chercheurs en ont fait l'objectif de leurs investigations.

» Il a semblé à quelques-uns que la solution du problème pourrait être fournie par des sources luminescentes, telles que des tubes de Geissler, dans lesquelles la température du gaz raréfié est comprise entre 21° et 132°, d'après de récentes expériences de M. Warburg; qui rayonnent il est vrai peu de lumière, mais dont l'émission calorifique est plus faible encore.

» En attendant qu'on puisse construire la courbe d'énergie du spectre discontinu fourni par ces foyers, ce qui présentera d'extrêmes difficultés, je me suis proposé de mesurer la quantité d'énergie nécessaire pour illuminer ces tubes.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXII, 29 juin 1891.

» La luminescence des tubes est réalisée, soit par les courants de haute tension donnés par des appareils d'induction volta-faradique, soit par les courants débités par une machine de Holtz; dans le premier cas, on peut déterminer les watts consommés dans le tube; dans le second, on mesure les kilogrammètres dépensés pour faire mouvoir la génératrice d'électricité, à vide et en charge.

» J'ai opéré sur plusieurs tubes, et notamment sur une lampe destinée aux mineurs et sur un tube de médecin, utilisé pour éclairer les cavités profondes.

» La lampe des mineurs s'illumine sans peine par le courant d'induction d'une petite bobine de Ruhmkorf, donnant 20^{mm} d'étincelle; elle fournit alors assez de lumière pour permettre de lire une Table de logarithmes, à une distance de 40^{cm} de la source. M. Langley s'est contenté de cette mesure photométrique fort rudimentaire : la teinte blafarde de la lumière ne se prête pas aux méthodes habituelles de comparaison, qui sont la base de la Photométrie. Or, j'ai constaté entre les électrodes terminales une différence de potentiel de 4190 volts, le courant ayant alors une intensité de 0,27 milliampère, ce qui fait 1,13 watt. L'énergie consommée est grande relativement à la lumière produite : on pouvait s'attendre à un rendement supérieur.

» Les résultats obtenus avec une machine de Holtz sont plus intéressants : j'ai utilisé le dynamomètre de transmission de Hirn pour mesurer le travail nécessaire pour faire faire en moyenne 726 tours par minute au plateau de verre de la machine, dans les diverses conditions qui suivent :

	Marche		Étincelles	Lampe	Tube
	à vide.	en circuit fermé sur la machine.	de 145^{mm}, 8 par seconde.	des mineurs.	de médecin.
Travail en kilogrammètres par seconde..........	1,043	1,785	2,174	1,711	1,763

» L'illumination de la lampe des mineurs coûte donc

$$1,711 - 1,043 = 0^{kgm},668,$$

soit 6,6 watts. Le rendement est moindre encore que ci-dessus; l'incandescence d'une lampe à filament de charbon, dans le vide, ne coûte que 3 watts par bougie; notre lampe des mineurs absorbe plus d'énergie et donne beaucoup moins de lumière; c'est un mode d'éclairage ruineux.

» Et pourtant, la quantité de chaleur rayonnée est faible.

» Ayant, en effet, plongé le tube de médecin dans un calorimètre, nous avons observé un dégagement de $0^{cal},00033$ par seconde, ce qui correspond à

$$0,00033 \times 425 = 0^{kgm},140.$$

Or l'illumination de ce tube coûte $0^{kgm},720$; la chaleur produite ne correspond donc qu'au cinquième de l'énergie dépensée. A ce point de vue, aucun autre foyer de lumière ne donne un aussi heureux résultat.

» Les chiffres que nous produisons ne constituent évidemment qu'une première indication, car ils varient avec la nature et la forme des tubes employés, et ils n'ont rien d'absolu. Mais on peut retenir de nos expériences que, dans l'éclairage par luminescence, la proportion de l'énergie calorifique par rapport à l'énergie totale est plus faible que dans tout autre foyer. En réduisant au minimum les pertes d'électricité, en concentrant la lumière dans un espace restreint, en utilisant la fluorescence de certaines substances, en inventant certains dispositifs spéciaux, on peut espérer réaliser des foyers dont le rendement photogénique sera meilleur que celui de nos meilleures sources de lumière. La luminescence à basse température donne, pour le moment, de très médiocres résultats; mais du moins permet-elle de réduire la partie invisible et inutile des spectres d'émission. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les noyaux des Urédinées.* Note de MM. **G. Poirault** et **Raciborski.**

« Schmitz a montré, en 1880, que les articles du thalle et les spores des Urédinées contiennent deux noyaux. Le fait a été confirmé par les observations de M. Rosen et par celles de MM. Dangeard et Sappin-Trouffy. Le premier de ces auteurs avait noté que, dans les téleutospores du *Puccinia asarina*, les deux noyaux arrivent très près l'un de l'autre et que peut-être ils se fusionnent en un seul. MM. Dangeard et Sappin-Trouffy ont, peu après, confirmé ces résultats, en ajoutant qu'il y a réellement fusion et que ce phénomène doit être considéré comme un phénomène sexuel.

» Nous avons pensé que cette question n'avait chance d'être résolue qu'après une étude minutieuse du développement. C'est pourquoi, dans une Note précédente (*Comptes rendus;* 15 juillet 1895), nous avons décrit les phénomènes de caryokynèse chez ces plantes. Nous voudrions aujourd'hui résumer l'ensemble de nos recherches, et montrer combien l'histoire des noyaux des Urédinées offre d'intérêt au point de vue de l'histoire générale de la cellule.

» Les cellules multinucléées sont fréquentes chez les plantes et les animaux, mais elles diffèrent des articles et des spores multinucléées des Uré-

dinées en ce que ces noyaux multiples proviennent tous de la division d'un noyau unique, et que, par conséquent, ces noyaux sont plus ou moins parents entre eux, tandis que les deux noyaux des Urédinées appartiennent à deux lignées différentes. L'étude du développement montre, en effet, que lorsqu'une cellule se divise, les deux noyaux se rapprochent, expulsent leurs nucléoles qui restent longtemps visibles en dehors d'eux, et que ces noyaux forment ensemble une figure caryokynétique commune, absolument symétrique. Chacun de ces noyaux ne contient qu'*un* chromosome : leur ensemble se comporte donc comme un noyau à *deux* chromosomes et c'est ainsi que nous avions décrit précédemment la caryokynèse, description qui doit être rectifiée. Quant à ce phénomène, nous avons dit qu'il est essentiellement le même que chez les plantes supérieures. Le phénomène étant synchronique dans les deux noyaux accolés, le résultat de la division est donc la formation simultanée de quatre noyaux, aux dépens des deux noyaux primitifs. Nous proposons d'appeler ces noyaux *noyaux conjugués*, et *division conjuguée* leurs phénomènes de caryokynèse, qui sont relativement faciles à suivre lors de la formation des spores. Ces deux noyaux ne sont pas toujours séparés; à certain moment, ils se mêlent, mais se comportent alors comme deux noyaux, chacun formant *deux* chromosomes. La différence c'est qu'à l'anaphase, au lieu de donner quatre noyaux secondaires, ils n'en donnent que deux. En réalité, cette période du développement où l'on ne trouve qu'un noyau est très courte ([1]).

» La principale différence entre la division conjuguée des noyaux des Urédinées et la caryokynèse ordinaire, c'est qu'à l'anaphase les segments chromatiques, qui restent isolés dans le premier cas, s'unissent dans le second pour former un noyau unique. Dans ses intéressantes *Études cytologiques*, M. Boveri ([2]) admet que ces différences tiennent à la distance respective des chromosomes, qui ne se réunissent pas quand ils sont trop éloignés. Nous ne le pensons pas, car ces chromosomes des Urédinées, qui restent distincts, formant chacun un noyau, sont très rapprochés. Ces noyaux se comportent, en réalité, comme des *demi-noyaux* qui, à eux

---

([1]) Dans le *Coleosporium euphrasiæ*, par exemple, le double noyau de l'ébauche de la téleutospore se divise deux fois, pour former quatre cellules uninucléées, dont chacune est une loge de la téleutospore. A la germination, le noyau de la loge qui est passée dans la sporidie s'y divise, donnant naissance à deux noyaux secondaires qui restent l'un près de l'autre. Ainsi se constitue la première cellule à deux noyaux de la seconde génération, que nous n'avons pas suivie dans son développement ultérieur.

([2]) *Zellen Studien*, Heft III, p. 55.

deux, représentent l'ensemble des propriétés du noyau ordinaire et qui, pour cette raison, sont incapables de se diviser isolément, mais forment ensemble une figure caryokynétique tout à fait symétrique. Seuls les noyaux fusionnés peuvent se diviser individuellement.

» M. Strasburger ([1]) a fait, à la manière de voir de MM. Dangeard et Sappin-Trouffy, cette objection que les auteurs n'avaient pas apporté la preuve d'une différence de structure entre les deux noyaux et que, d'autre part, ces noyaux ne provenaient pas de parties de la plante « éloignées dans le développement ». Il est de fait qu'il n'y a, entre les deux noyaux, aucune différence appréciable, mais, d'autre part, ces noyaux ne sont pas parents, nous l'avons montré. Est-ce à dire pour cela qu'il faille voir là un phénomène de fécondation? Pour l'instant du moins, nous ne le pensons pas. Il nous paraît préférable de ne pas confondre les phénomènes de fusion dans les noyaux des Basidiomycètes, signalés par MM. Wagger, Rosen, Dangeard et Sappin-Trouffy, avec les phénomènes de fécondation. Si nous voulons considérer la fusion des noyaux de la probaside (téleutospore) comme un acte sexuel, nous devons donner le même nom à la fusion des deux noyaux polaires du sac embryonnaire des Phanérogames. D'autre part, la principale différence entre la caryokynèse ordinaire et la caryokynèse conjuguée, c'est, nous le répétons, qu'à l'anaphase il y a union des segments dans le premier cas, et que ceux-ci restent isolés dans le second. Or, on pourrait parfaitement considérer la fusion des noyaux de la téleutospore comme le phénomène caractéristique de l'anaphase qui, au lieu de se produire immédiatement, n'apparaîtrait qu'après un certain temps durant lequel ces *noyaux-chromosomes* sont passés à l'état de repos. Et alors, si cette fusion est une fécondation, il n'y a pas de raison pour ne pas attribuer le même qualificatif à la réunion des vingt-quatre segments chromatiques dans les noyaux du Lys martagon à la fin de la caryokynèse : la caryokynèse est essentiellement un phénomène sexuel, et le mot de *sexualité* n'a plus de sens. On voit donc que la question est délicate, et ne saurait être résolue aussi rapidement que le pensent MM. Dangeard et Sappin-Trouffy. Malgré tout, il faut savoir gré à ces savants d'avoir insisté sur ces intéressants phénomènes, dont l'étude contribuera sans doute à éclairer la question, encore si obscure, de la phylogénie de la fécondation. »

([1]) *Biologisches Centralblatt*, p. 864; 1894.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'antitoxine diphtérique.* Note de MM. **Guérin** et **Macé**.

« Du sérum de cheval immunisé à l'égard de la diphtérie, sérum dont l'activité dépassait le quatre-vingt millième, a été traité par dix fois son volume d'alcool à 95°. On filtre après quinze jours de contact et on lave le résidu à l'alcool. Les liquides alcooliques réunis ont été additionnés d'un léger excès d'acide tartrique, puis évaporés au bain-marie jusqu'à siccité complète. Le résidu de l'évaporation, repris par une petite quantité d'eau, est mélangé avec un peu d'hydrate de calcium, et le tout est desséché dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique. La masse, épuisée par l'alcool absolu et filtrée, est elle-même évaporée à sec dans le vide.

» Ce résidu final, redissous dans une petite quantité d'eau légèrement acidulée d'acide chlorhydrique, renfermait, à l'état de chlorhydrate, une substance alcaloïdique, donnant des précipités jaunes avec les réactifs de Valser et de Tauret, ainsi qu'avec le réactif molybdique. L'iodure de potassium iodé le précipitait en brun; les chlorures d'or et de platine, non plus que l'acide picrique, ne donnaient de précipité; le réactif de Brouardel et Boutmy n'était pas sensiblement réduit, ce qui paraît exclure l'hypothèse d'une leucomaïne.

» Cette solution aqueuse de substance alcaloïdique n'a manifesté aucun pouvoir antitoxique ou immunisant à l'égard de la toxine ou des cultures diphtériques.

» Le coagulum albumineux retenu par le filtre lors de la première opération, et lavé à l'alcool fort, a été desséché dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique, puis réduit en poudre fine et épuisé par l'eau distillée. Le liquide obtenu par filtration possède une puissance antitoxique très élevée à l'égard de la toxine diphtérique très active.

» D'après ces données, la substance active paraît être de la même nature que les ferments solubles qu'on réunit actuellement sous le nom de *diastases*. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur une substance toxique extraite des capsules surrénales.* Note de M. **D. Gourfein**, présentée par M. Brouardel.

« On a, depuis longtemps, admis dans les capsules surrénales la présence de substances toxiques.

» M. le professeur Gluzinsky, dans un article publié dans le *Wiener klinische Wochenschrift*, n° 14; 1895, donne le résultat de ses expériences faites avec l'extrait glycérique des capsules surrénales. D'après cet auteur, l'extrait glycérique de ces organes est très toxique; injecté aux animaux,

il provoque chez eux les symptômes suivants : paralysie des membres postérieurs avec perte de la sensibilité; convulsions dans la moitié antérieure du corps; quelquefois se montre un véritable opisthotonos; la respiration devient fréquente, les pupilles se dilatent; l'animal injecté meurt de dyspnée progressive et de paralysie généralisée.

» Dans les expériences dont je présente ici le résumé, expériences faites dans le laboratoire de Thérapeutique expérimentale de M. le professeur Prevost, à l'Université de Genève, et, pour la partie chimique, avec les conseils et les indications de M. le privat-docent P. Binet, je suis arrivé à des conclusions différentes de celles de M. Gluzinsky.

» J'ai cherché d'abord à séparer, en précipitant l'extrait glycérique par l'alcool, les substances insolubles dans ce dissolvant de celles qui y sont solubles.

» Les substances précipitées par l'alcool sont constituées surtout par des albuminoïdes. Redissoutes dans l'eau et injectées à des animaux, elles se sont montrées inactives ou très faiblement toxiques.

» Les substances solubles dans l'alcool sont, au contraire, très toxiques et ne sont pas détruites par la chaleur. Il y avait avantage alors à renoncer à l'emploi de la glycérine, qui complique l'appréciation de la toxicité, et à opérer à chaud pour se mettre à l'abri de la putréfaction, souvent rapide dans ces extraits.

» Après divers essais, j'ai adopté la méthode suivante :

» Prendre les capsules surrénales d'animaux (bœufs, moutons, veaux) fraîchement tués, les débarrasser soigneusement de la graisse et du tissu conjonctif qui les entourent; les mélanger, après les avoir coupées en petits morceaux, à du verre finement pilé, et triturer dans un mortier avec un peu d'eau.

» On verse alors sur le tout plusieurs volumes d'eau chaude, puis on laisse digérer, dans une capsule, au bain-marie, pendant une demi-heure. On filtre et l'on joint au filtrat le liquide obtenu en exprimant à la presse le résidu resté sur le filtre.

» On évapore ce liquide au bain-marie en consistance sirupeuse, puis on y ajoute quatre fois son volume d'alcool; on laisse au frais pendant vingt-quatre heures et l'on filtre.

» Le précipité par l'alcool, redissous dans l'eau, est tout à fait inactif. Au contraire, le résidu obtenu après évaporation au bain-marie du liquide alcoolique se montre très toxique.

» L'extrait des capsules surrénales préparé de cette manière et injecté sous la peau des animaux (grenouilles, rats blancs, souris, lapins et chats) provoque les symptômes suivants :

» 1° La grenouille, immédiatement après l'injection, tombe inerte,

reste couchée sur le dos sans mouvement, sans cependant être paralysée, car si on l'excite elle fait encore des mouvements, mais se fatigue très vite; l'excitabilité électrique des nerfs moteurs existe au moment de la mort même et persiste trois ou quatre heures après la mort.

» 2° La respiration est très accélérée. Le cœur est moins impressionné par cette substance; nous avons pu observer les battements des oreillettes pendant vingt à trente minutes après la mort.

» 3° La survie des grenouilles est d'un quart d'heure à une heure.

» 4° Chez les mammifères, le premier symptôme qui apparaît après l'injection est la gêne respiratoire, qui augmente progressivement jusqu'à la mort; les battements du cœur deviennent faibles, mais sont affectés plus tardivement que la respiration; les oreillettes continuent quelquefois à battre pendant dix minutes après la mort.

» 5° Les animaux injectés s'affaiblissent rapidement, sont abattus, restent immobiles, sans qu'ils soient cependant paralysés, car une légère excitation mécanique les fait courir dans la cage, mais après avoir fait un ou deux tours ils tombent inertes en forte dyspnée; le sensorium est complètement conservé; l'excitabilité électrique des nerfs moteurs existe au moment de la mort et persiste quinze à dix-huit minutes après.

» 6° Chez les lapins soumis à la respiration artificielle, nous avons pu observer une paralysie du cœur, mais tardive. J'ai pu constater également chez eux la paralysie du nerf vague, qui, électrisé avec un fort courant induit, n'arrêtait plus le cœur. Dix-huit minutes après la mort, en découvrant et isolant le sciatique, nous avons trouvé ce nerf encore excitable même avec un courant induit d'une faible intensité.

» 7° Chez les chats, outre les symptômes décrits, nous avons observé des vomissements et une forte salivation; cette salive précipitée par l'alcool, évaporée au bain-marie, injectée à des souris, n'a provoqué aucun symptôme chez ces animaux.

» 8° A l'autopsie des animaux morts à la suite de l'injection, à part une forte congestion pulmonaire, on ne trouve aucune lésion : le cœur est toujours flasque et en diastole.

» 9° Pour savoir si les phénomènes toxiques observés appartiennent bien en propre aux capsules surrénales, nous avons fait une série d'expériences avec l'extrait de la rate et des muscles pris sur le même animal et préparé de la même façon; l'injection de ces extraits n'a pas provoqué de phénomènes toxiques.

» 10° On peut donc extraire des capsules surrénales une substance

toxique qui est soluble dans l'alcool et qui résiste à la chaleur; cette substance, injectée sous la peau des animaux, provoque une série de symptômes qui sont constants. Elle amène la mort dans un délai très bref en agissant probablement sur le système nerveux central.

» 11° Pour une quantité donnée de capsules surrénales la proportion de substance active est variable, car nos extraits alcooliques préparés de la même manière ont présenté une valeur toxique très inégale.

» La survie des animaux injectés se trouve en rapport avec cette toxicité. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Hyperglobulie instantanée, par stimulation périphérique; conséquences.* Note de M. **Jules Chéron**, présentée par M. Potain.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats d'une expérience que j'ai répétée une trentaine de fois depuis cinq ans et qui me paraît avoir des conséquences importantes en Physiologie et en Thérapeutique générales.

» Etant donné un malade manifestement anémique, chez qui l'on constate l'existence d'un bruit de souffle doux à la base du cœur, mesurons sa pression artérielle, le nombre des globules rouges et le taux de l'hémoglobine. La pression artérielle est très basse, soit 11^{cm} de mercure. On constate à l'hématimètre une hypoglobulie considérable : exactement 2 480 000 globules par millimètre cube. Au chromomètre de Nachet et Hayem, teinte très pâle : n° 3.

» Ces constatations faites, pratiquons chez notre malade une injection hypodermique de 5^{cc} de sérum artificiel (solution de chlorure de sodium à 1 pour 100, par exemple). Dix minutes après l'injection, nous constatons les phénomènes suivants : le malade est moins pâle; le bruit de souffle a disparu; la pression artérielle est montée de 11^{cm} à 16^{cm} de mercure; le nombre des globules est de 4 080 000 par centimètre carré; au chromomètre, teinte n° 6.

» Nous venons de voir, en quelques minutes, le nombre des hématies et la teneur en hémoglobine augmenter dans des proportions absolument invraisemblables. Et cependant l'expérience, répétée sur ma demande par plusieurs hématologistes, a constamment donné des résultats semblables. On ne saurait absolument pas invoquer une erreur de technique.

» On peut répéter cette expérience, et obtenir ces résultats en injectant sous la peau n'importe quel liquide, à condition que ce liquide ne soit pas toxique.

» La douche froide, les frictions sèches, le massage, l'étincelle statique et, d'une façon générale, toutes les stimulations portant sur une grande surface sensitive, déterminent, sur les sujets anémiés, un phénomène en tout semblable à celui que je viens de décrire. *L'ascension des montagnes*, l'air vif des hauts plateaux agissent de la même façon.

» Quelle interprétation plausible peut-on donner de ce phénomène paradoxal? Une seule me paraît devoir répondre à toutes les objections. Sous l'influence de la stimulation immédiate que l'injection hypodermique imprime au système nerveux central, l'appareil vasculaire tout entier réagit, comme en témoigne l'élévation de la tension artérielle; la tunique musculaire des vaisseaux se contracte, la capacité totale du système circulatoire diminue; les parties liquides du sang, fortement comprimées, s'échappent dans les tissus périvasculaires, et les globules rouges, baignant dans une quantité de liquide beaucoup moindre, apparaissent beaucoup plus nombreux dans un espace donné.

» Ce que montre l'hématimètre, ce n'est donc pas une hyperglobulie subite, mais simplement le résultat de la concentration du sang sous l'influence de l'élévation de la tension vasculaire.

» Cette expérience me conduit à admettre que l'hypoglobulie n'est souvent qu'apparente; qu'un très grand nombre d'anémies (toutes les anémies peut-être) ne sont que des hydrémies consécutives à une sorte de *parésie*, de *neurasthénie vasculaire*. »

M. V. **Ducla** adresse un Mémoire relatif à des expériences diverses sur l'Électricité.

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 aout 1895.

La tuberculose et son bacille, par M. J. Strauss, professeur de Pathologie expérimentale et comparée à la Faculté de Médecine de Paris, etc. Paris, Rueff et Cie, 1895; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Brouardel.)

Le Léman, monographie séismologique, par M. F.-A. Forel. Lausanne, F. Rouge, 1895; 2 vol. gr. in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Août 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 fasc. in-8°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Août 1895. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Juillet 1895. Paris; 1 vol. in-4°.

La Tribune médicale, Rédacteur en chef : M. J.-V. Laborde, Membre de l'Académie de Médecine, etc. N° 13. Paris, Goupy et Maurin; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. N° 14. 30 juillet 1895. Paris, Georges Carré; 1 fasc. in-4°.

Annales médico-psychologiques. N° 1. Juillet-Août 1895. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Annuaire géologique universel. Revue de Géologie et de Paléontologie. Année 1893. Tome X. Troisième fascicule. Paris, 1895; 1 vol. in-8°.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the year MDCCCXCIV. Vol. 185. Part. II. London, Harrison and sons, 1895; 2 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 AOUT 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Limonet**, dit **Lefrançais**, adresse un Mémoire relatif à une réforme à introduire dans les signaux destinés à éviter les abordages en mer.

(Commissaires : MM. de Bussy, Guyou, Bassot.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les deux Cartes du Ciel de Mars, pour Paris et pour Saint-Pétersbourg, à 9^h du soir, dressées par M. *J. Vinot*.

ASTRONOMIE. — *Observations de planètes faites à l'observatoire de Marseille (équatorial de* $0^m,26$); par M. **Coggia**, transmises par M. Tisserand.

Dates 1895.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parall.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parall.	★.
				BZ. — Charlois, 23 juillet 1895.				
	h m s	m s	′ ″	h m s		° ′ ″		
Juillet 27...	9.39.34	−1.27,33	−9.53,5	20. 5.28,84	$-\bar{1},349$	95.36.49,2	−0,816	1
29...	10.40. 3	−3.25,36	−7.51,9	20. 3.30,83	$-\bar{1},005$	95.38.50,6	−0,821	2
				CA. — Charlois, 23 juillet 1895.				
29...	11.43.45	−1.18,60	−2.15,6	20.17.48,69	$-\bar{3},939$	99. 4. 9,8	−0,844	3

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Asc. droite moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Position moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1......	10	20. 6.52,64	+3,53	95.46.47,1	−4,4	23408 Munich
2......	10	Id.	+3,55	Id.	−4,6	Id.
3......	7	20.19. 3,66	+3,63	99. 6.31,0	−5,6	24290 Munich

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces algébriques qui admettent un groupe continu de transformations birationnelles.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Appell.

« MM. Castelnuovo et Enriquez, dans une Note récente (voir les *Comptes rendus* du 29 juillet), ont complété sur quelques points les théorèmes bien connus de M. Picard, concernant les surfaces qui admettent un groupe continu fini G de transformations birationnelles. Je me propose d'indiquer ici les résultats auxquels je suis parvenu de mon côté et qui me semblent constituer une solution complète de la question.

» Soit

$$S(x, y, z) = 0 \tag{1}$$

l'équation d'une surface algébrique admettant un groupe G, dont une

transformation infinitésimale est définie par les fonctions rationnelles X, Y, Z de x, y, z. Écrivons le système

$$(2) \qquad \frac{dx}{dt} = X(x, y, z), \qquad \frac{dy}{dt} = Y(x, y, z), \qquad \frac{dz}{dt} = Z(x, y, z).$$

» M. Picard a montré (Mémoire *Sur les fonctions algébriques de deux variables*, p. 80-88) que deux cas sont possibles :

» 1° Ou bien les coordonnées x, y, z s'expriment en fonction abélienne de deux paramètres u, v (de façon qu'à chaque point x, y, z corresponde un seul système de valeurs u, v non conguentes); ce cas a été élucidé complètement par M. Picard;

» 2° Ou bien l'intégrale générale de (2) est rationnelle, ou simplement périodique, ou doublement périodique en t, et *la surface* S *possède un faisceau des courbes* Γ *de genre zéro, ou de genre un et de même module*. C'est ce dernier cas que je vais traiter ici.

» J'établis d'abord que l'équation du faisceau des courbes Γ peut toujours se mettre sous la forme

$$(3) \qquad C = R(x, y, z),$$

R étant rationnel en x, y, z. Si l'on forme, en effet, d'après (2), l'équation entre x, $\frac{dx}{dt}$, $\frac{d^2x}{dt^2}$, soit $\sigma(x, x', x'') = 0$, le faisceau de courbes γ, de genre zéro ou un, définies par l'intégrale quand on fait varier t, peut toujours se mettre sous la forme $c = \rho(x, x', x'')$, et, en remplaçant x, x', x'' en fonction rationnelle de x, y, z, on obtient l'équation du faisceau Γ sous la forme (3).

» Si l'on choisit convenablement l'axe des z, à un système quelconque de x, y, C vérifiant une certaine condition algébrique $\Sigma(x, y, C) = 0$, correspond un seul point z de S; il est donc loisible d'admettre (moyennant une transformation birationnelle) que le faisceau Γ a pour équation

$$z = z_0.$$

» Ceci posé, écrivons sous forme irréductible l'équation de la courbe $S(x, y, z_0) = 0$, et soit $P(x, y, z_0, Z_0) = 0$ l'équation ainsi obtenue, Z_0 s'exprimant rationnellement en x, y, z et étant lié à z_0 par une relation algébrique $G(z_0, Z_0) = 0$. Le genre p de P est nul ou égal à 1; je vais montrer que, *si la surface* S *admet effectivement un groupe* G, *les coordonnées* x, y, z *s'expriment rationnellement en fonction de* z_0, Z_0 *et de* u

[*ou en fonction de* z_0, Z_0, u, $U = \sqrt{(1 - u^2)(1 - k^2 u^2)}$], *et cela de telle façon que* z_0, Z_0, u (*ou* z_0, Z_0, u, U) *soient rationnels en* x, y, z.

» Pour fixer les idées, supposons $p = 1$. On peut toujours exprimer x, y en fonction rationnelle de u, U, les coefficients dépendant *algébriquement* de z; et cela de façon que u, U soient rationnels en x, y et *algébriques en* z. On voit bien aisément que le théorème précédent sera démontré si je démontre qu'on peut choisir u de façon qu'il s'exprime *rationnellement* en x, y, z. Observons pour cela (et c'est ici le point essentiel du raisonnement) que l'intégrale abélienne $\int \frac{dx}{X(x, y, z_0)}$ (attachée à la courbe $P = 0$) a deux périodes, indépendantes de z_0, et qu'on peut écrire

$$\frac{dx}{X(x, y, z_0)} = \frac{\lambda\, du}{\sqrt{(1 - u^2)(1 - k^2 u^2)}},$$

λ étant un *nombre*, ainsi que k^2.

» Prenons x et z comme variables indépendantes; on aura

$$(4) \qquad \frac{\lambda\, du}{\sqrt{(1 - u^2)(1 - k^2 u^2)}} = \frac{dx}{X(x, y, z_0)} + A(x, y, z)\, dz;$$

A, fonction algébrique de x, z, admet comme dérivée par rapport à x la fonction

$$\frac{\partial}{\partial z}\frac{1}{X} \equiv l(x, y, z);$$

il suit de là qu'en augmentant u d'une fonction convenable de z, on peut toujours supposer dans (4) A rationnel en x, y, z, d'où le théorème. La même démonstration s'applique si p est nul.

» Nous sommes maintenant en état d'énumérer toutes les surfaces qui rentrent dans la catégorie étudiée :

» 1° *La surface est uniformément unicursale;*

» 2° *La surface correspond birationnellement au cylindre* $G(\xi, \eta) = 0$, la courbe G étant *de genre* $p \geqq 1$; elle possède par suite p intégrales de différentielle totale de première espèce j, qui sont fonctions l'une de l'autre;

» 3° *La surface correspond birationnellement à la multiplicité* ξ, η, u, U *définie par les équations*

$$G(\xi, \eta) = 0, \qquad U = \sqrt{(1 - u^2)(1 - k^2 u^2)},$$

G étant de genre $p \geqq 1$; la surface possède par suite $(p + 1)$ intégrales dont p sont fonctions l'une de l'autre;

» 4° *Les coordonnées x, y, z s'expriment en fonction abélienne* (*à trois ou quatre périodes*) *de deux paramètres u, v.*

» Toutes ces surfaces admettent un groupe continu fini G, dépendant au moins d'un paramètre. Ce qui précède permet, en se servant des travaux de M. Lie, d'énumérer *explicitement tous les groupes* G qu'admettent ces diverses surfaces, et par suite *tous les groupes continus finis de substitutions algébriques à deux variables* (que ces groupes dépendent algébriquement des constantes ou non).

» Ces résultats, qui s'étendent à un nombre quelconque de variables, achèvent donc la solution de la question posée par M. Picard pour tous les points qui restaient incomplets, et épuisent la recherche des groupes birationnels sur lesquels M. Picard a rassemblé récemment ses importants résultats (*Circolo di Palermo*, 1895).

» C'est en m'appuyant sur les propositions précédentes, qui sont des intermédiaires nécessaires, que j'ai établi les théorèmes sur les équations différentielles publiés dans les *Comptes rendus* de janvier-février 1893; mais je n'avais pas signalé explicitement ces propositions. Elles se trouvent contenues, sous une forme succincte, dans une Note des *Comptes rendus* (avril 1894, p. 847) *Sur une application de la théorie des groupes continus à la théorie des fonctions.* »

OPTIQUE. — *Sur un microscope spécial pour l'observation des corps opaques.* Note de M. **Ch. Fremont**, présentée par M. Marey.

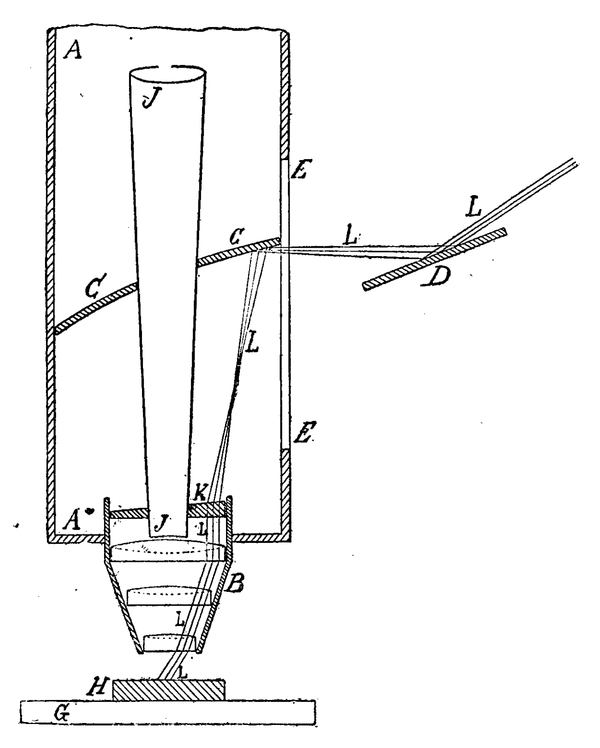
« Plusieurs tentatives pour l'éclairement des corps opaques, examinés au microscope, ont été faites jusqu'à ce jour. L'un des procédés, le plus connu, est celui de Lieberkühn : il consiste à appliquer autour de l'objectif un miroir concave et incliné, qui concentre les rayons lumineux en les réfléchissant sur la préparation. Cet appareil ne peut être appliqué que si la distance frontale de l'objectif est suffisante pour permettre le passage des rayons lumineux envoyés obliquement; il ne peut donc être employé que pour de faibles grossissements; de plus, cette obliquité de l'éclairage est un inconvénient.

» J'ai réussi à produire l'éclairement par l'intérieur du tube du microscope et à travers l'objectif, de telle sorte que cette nouvelle méthode s'applique même aux plus forts grossissements.

» La disposition adoptée est la suivante :

» Le faisceau lumineux L, projeté directement ou réfléchi par le miroir D, pénètre

dans le corps A du tube du microscope par une fenêtre EE, et rencontre un miroir concave C; ce miroir C est mobile et peut être monté ou baissé pour renvoyer la lumière par les lentilles de l'objectif B. Un prisme K est interposé dans le parcours



pour redresser le faisceau lumineux et le rendre parallèle à l'axe du microscope avant son entrée dans l'objectif.

» Le miroir C et le prisme K sont percés pour laisser le passage à un tube conique J qui permet de percevoir, par l'oculaire, l'image de la préparation H donnée par l'objectif B, de telle façon que cette image n'est jamais rencontrée par le faisceau lumineux.

» Ce procédé permet d'obtenir un éclairement vertical, d'une grande intensité et d'une parfaite netteté, qualités indispensables pour photographier les images microscopiques. »

M. **Marey**, à la suite de cette présentation, s'exprime comme il suit, relativement aux applications du nouvel appareil :

« L'Académie se souvient peut-être des expériences que j'ai faites pour reproduire, par la Chronophotographie, le mouvement des êtres microscopiques. Avec l'éclairage ordinaire, les objets se détachant sur un champ

lumineux, on ne peut en prendre les photographies successives que sur une pellicule mobile. La série d'images ainsi obtenues renferme, il est vrai, tous les documents nécessaires pour déterminer les changements de forme et de position de l'objet en mouvement. Mais, pour apprécier ces changements, il faut un assez long travail de comparaison de ces images, échelonnées en une longue série. Il serait bien préférable, pour de pareilles études, de recourir à la Chronophotographie sur champ obscur qui réunit, sur une même plaque immobile, les images successives de l'objet.

» Cette méthode, qui n'était applicable qu'aux objets de grandes dimensions, va peut-être, grâce à l'instrument de M. Fremont, être applicable à la photographie microscopique. S'il en était ainsi, un grand progrès serait réalisé dans la connaissance du mouvement des êtres microscopiques. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques points de fusion et d'ébullition.* Note de M. **H. Le Chatelier.**

« Les pyromètres thermoélectriques et leur graduation au moyen des points de fusion déterminés par M. Violle, sont aujourd'hui d'un usage général dans tous les laboratoires scientifiques qui s'occupent de mesures de températures élevées. De cette uniformité de méthode est résultée une uniformité très profitable dans les résultats. C'est ainsi que, en Angleterre, aux États-Unis et en France, les nombreuses déterminations qui ont été faites des différents points de transformation du fer et de l'acier ont donné des chiffres concordants à 10° près. Il n'en résulte pas que les températures ainsi mesurées soient connues avec une précision semblable; j'ai depuis longtemps indiqué que les points de fusion employés pour la graduation pouvaient être erronés, pour l'or, de 20°; pour le palladium et le platine, de 50°. Cet accord sur une même échelle des températures, même peu exactes, n'en est pas moins fort utile, et il ne faudra modifier cette échelle que lorsqu'on aura la certitude de lui en substituer une qui soit notablement plus précise.

» Dans ces dernières années, plusieurs nouvelles déterminations du point de fusion de l'or ont été faites, qui conduisent presque toutes à des températures notablement supérieures à celle trouvée par M. Violle. On commence à les utiliser, peut-être un peu précipitamment, dans la graduation des pyromètres. Je me propose de discuter, dans cette Note, l'op-

portunité d'un changement dans le point de fusion de 1045° admis jusqu'ici pour l'or.

» Voici d'abord les résultats les plus récents et les plus dignes de confiance, avec l'indication des méthodes employées et des auteurs des expériences :

Par la chaleur spécifique du platine.........	*Violle*.............	1045°
Par les couples thermoélectriques, gradués par comparaison avec le thermomètre à air....	*Barus*.............	1095
	Holborn et *Wien*...	1072
Par la résistance électrique du platine, avec extrapolation de la loi de résistance depuis 450°	*Callendar*.........	1035
	Heyekoc et *Neville*..	1062

» Toutes ces expériences méritent le reproche commun de n'avoir pas été faites directement avec le thermomètre à air, mais par voie indirecte, ce qui amène la superposition des erreurs de deux séries distinctes d'expériences. La divergence des résultats obtenus avec une même méthode par des opérateurs différents, également connus par la précision de leurs travaux, rend bien difficile un choix parmi tous ces nombres, dont les extrêmes diffèrent de 60°.

» J'ai pensé qu'on pourrait indirectement utiliser les points de fusion et d'ébullition de quelques autres métaux pour contrôler le point de fusion de l'or. Parmi les températures élevées mesurées jusqu'ici, celle dont la détermination offre de beaucoup le plus de garantie est celle d'ébullition du zinc, qui a été mesurée directement au moyen du thermomètre à air par M. Violle et indirectement par Becquerel et Barus. Ces trois savants ont trouvé, à quelques degrés près, la même température de 930°. Si je n'ai pas recommandé ce point fixe pour la graduation du pyromètre thermoélectrique, c'est seulement en raison de la difficulté de protéger les couples contre la vapeur de zinc qui les détruit instantanément.

» Une première série d'expériences de comparaison a été faite en graduant un couple au moyen du point d'ébullition du zinc et s'en servant ensuite pour déterminer le point de fusion de l'or. Le couple a été protégé contre la vapeur de zinc par le procédé suivant, qui m'a donné un isolement excellent que je n'espérais pas en l'essayant.

» Les deux fils du couple sont séparés par l'enroulement croisé d'un fil d'amiante, qui les enveloppe complètement, puis introduits dans un bout de tube en verre fermé à une extrémité. Le verre, en fondant, vient s'appliquer sur la tresse d'amiante, où il reste en formant un vernis mou, complètement imperméable aux vapeurs de zinc, au moins pendant les quelques minutes que dure l'expérience. Les mesures ont été faites

par la méthode photographique que j'ai décrite antérieurement, à l'occasion de mes recherches sur les argiles.

Corps chauffé.	Déviations mesurées.	Température calculée.	Température connue par des expériences antérieures.
Rien..........	»	»	20°
Eau..........	2mm,8	»	100°
Naphtaline....	8'	»	218°
Soufre........	19,16 à 19,8	»	446
Sélénium......	33	de 685 à 692	de 675 à 685
Cadmium.....	37,5	de 765 à 775	de 763 à 772
Zinc..........	de 47 à 47,8	»	930
Or...........	54,7	de 1050 à 1060	1045

» Les expériences sur l'ébullition du zinc, au nombre de trois, ont donné des déviations comprises entre 47 et 47,8. Suivant que l'on adopte l'une ou l'autre de ces valeurs extrêmes, les points de fusion correspondants trouvés pour l'or sont 1050 ou 1060, soit en moyenne 1055°. Si l'on adoptait la valeur 1050, très peu différente de celle de 1045° donnée par M. Violle, on aurait pour les points d'ébullition du sélénium et du cadmium les valeurs moyennes 688° et 770°, concordant d'une façon satisfaisante avec les déterminations antérieures de Carnelley, 680° et 768°, qui semblent mériter toute confiance.

» La série suivante d'expériences, faite avec un couple différent et par lecture directe sur une échelle transparente, est destinée à rapprocher le point de fusion de l'or du point de fusion de l'argent, qui a été l'objet d'un beaucoup plus grand nombre de mesures de la part de M. Violle, et pour lequel les différents expérimentateurs sont arrivés à des résultats beaucoup moins discordants que pour l'or. Ces expériences ont été faites en atmosphère oxydante, pour éviter la modification importante qu'éprouve le point de fusion de l'argent en atmosphère réductrice, phénomène qui m'a empêché de recommander l'emploi de ce métal pour la graduation des couples.

Corps chauffé.	Déviation mesurée.	Température calculée.	Température connue par des expériences antérieures.
Rien..............	»	»	15°
Eau................	5	»	100
Naphtaline.........	14,5	»	218
Benzophénone.......	21,8	»	306
Mercure............	26	»	357
Soufre.............	33	»	446
Chlorure de sodium.	65,3	790°	»
Argent............	81,3 et 81,8	»	954
Or................	91,7 et 91,8	1055° et 1060°	»

» Suivant la déviation 81,3 ou 81,8 admise pour la fusion de l'argent, on trouve, entre le point de fusion de ce métal et celui de l'or, un écart de 100° à 105°. Un grand nombre d'expériences semblables, que j'ai faites antérieurement, m'ont toujours donné un écart compris entre 100° et 110°.

» La conclusion qui ressort de ces expériences est que le point de fusion de l'or, 1045°, déterminé par M. Violle, est vraisemblablement un peu bas, mais que l'erreur ne dépasse certainement pas 20°; que néanmoins aucune des expériences faites jusqu'ici ne présente une précision suffisante pour justifier l'adoption d'une température de fusion de l'or différente de 1045° et qu'enfin il est très désirable, pour l'uniformité des résultats d'expériences, de conserver l'échelle des températures actuellement employée, jusqu'au jour où de nouvelles expériences plus précises, faites par comparaison directe avec le thermomètre à gaz, auront donné d'une façon certaine un point de fusion de l'or exact à quelques degrés près. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur certains dérivés potassiques de la quinone et de l'hydroquinone*. Note de M. **Ch. Astre**, présentée par M. Friedel.

« Les recherches que nous avons entreprises en collaboration avec M. J. Ville (¹) sur les combinaisons de la benzoquinone avec l'acide *o*-aminobenzoïque et l'existence des composés obtenus par Zincke, Hebebrand, Knapp, etc., en faisant agir l'ammoniaque et les amines sur les quinones, nous ont amené à penser que tous ces corps pourraient n'être que des dérivés ammoniacaux quinoniques ayant perdu de l'hydrogène et que, par suite, la quinone pourrait donner des dérivés correspondants avec les métaux et en particulier avec le potassium.

» Et d'abord, il faut remarquer que les différents dérivés ammoniacaux ou aminés quinoniques connus proviennent du remplacement de un ou deux hydrogènes de la quinone par le groupement univalent $(\mathrm{Az\,HR})'$; si l'on essaye de pousser plus avant la substitution, c'est sur les oxygènes quinoniques qu'elle s'effectue, ces oxygènes étant remplacés par le groupement bivalent $(\mathrm{Az\,R})''$.

» On pouvait dès lors prévoir que la quinone donnerait naissance à des dérivés métalliques et que, dans la formation de ces dérivés, deux atomes seuls d'hydrogène de la quinone pourraient être substitués par un métal.

» J'ai pu vérifier ce fait pour les dérivés potassiques (²). Cette étude

(¹) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 684 et 878.

(²) Nous avons constaté avec M. Ville que la plupart des métaux (Pt, Hg, Ag, Pb,

m'a amené à m'occuper, en même temps, de l'action du potassium sur l'hydroquinone, afin d'observer les relations qui existent entre les dérivés potassiques de ce corps et ceux que fournit la quinone dans les mêmes conditions ; j'indique, dans cette première Note, certains de ces dérivés.

» *Action du potassium sur la quinone en solution éthérée.* — En faisant agir du potassium sur un excès de quinone en solution éthérée et chauffant pendant longtemps à l'ébullition dans un appareil à reflux, on constate une vive attaque du potassium avec dégagement d'hydrogène; en même temps, les fragments du métal alcalin se recouvrent d'une substance colorée en vert foncé, formant comme des champignons plus ou moins volumineux. Le produit ainsi formé, lavé à plusieurs reprises par décantation avec de l'éther anhydre, en évitant autant que possible le contact de l'air, a été recueilli dans une assiette poreuse, placée dans une atmosphère d'hydrogène au-dessus de l'acide sulfurique, sous une cloche à douille fixée sur une platine pneumatique, de manière à obtenir la dessiccation de la substance dans le vide et à l'abri de l'air.

» Le composé obtenu est extrêmement altérable. Abandonné à l'air, il devient rapidement blanchâtre à la surface. Lorsqu'on le chauffe au bain-marie à 100°, il s'oxyde en se boursouflant et s'incinère en grande partie, en même temps qu'il répand une odeur aromatique assez agréable. Il devient incandescent au contact d'une goutte d'un acide minéral.

» Les résultats de l'analyse répondent à la composition d'un corps formé par la combinaison d'une molécule d'éther et d'une molécule de quinhydrone bi-potassique $\left(C^6H^3K\begin{matrix}O\\OH\end{matrix}\right)^2 C^4H^{10}O$.

» Voulant éviter l'intervention du dissolvant oxygéné daus la formation du composé résultant de l'action du potassium sur la quinone, nous avons remplacé l'éther par de la benzine.

» *Action du potassium sur la quinone en solution benzénique.* — Lorsqu'on fait agir du potassium sur un excès de quinone en solution benzénique, on constate que la surface du métal alcalin se colore en vert brunâtre, en même temps qu'il se dégage de fines bulles gazeuses. Si l'on opère à chaud, dans un appareil à reflux, la réaction devient assez vive et les globules métalliques fondus se recouvrent de bourgeons volumineux. On maintient l'ébullition pendant quarante-huit heures environ. Si on laisse refroidir dans une atmosphère d'hydrogène, on voit apparaître de belles aiguilles de quinhydrone, qui se redissolvent à chaud. On décante le liquide bouillant, et le produit vert brunâtre formé est lavé à plusieurs reprises, par décantation, à la benzine bouillante.

» Le corps ainsi obtenu est cristallin, mais son extrême altérabilité ne permet pas de préciser sa forme cristalline. Au contact de l'air humide, il devient d'abord bleu, puis brun, et cela très rapidement. On le recueille sur des assiettes poreuses et on le dessèche dans le vide, en adoptant la disposition indiquée précédemment.

Al, Fe, Zn, etc.) attaquent également la quinone; nous nous proposons d'étudier ultérieurement, en collaboration, les dérivés métalliques quinoniques ainsi formés.

» Ce corps est à ce point oxydable, que le frottement à l'air détermine son inflammation avec une légère déflagration. Il devient incandescent à l'air humide. L'addition d'un peu d'eau détermine instantanément, mais sans inflammation ni incandescence, sa transformation en un produit bleu, qui brunit rapidement. Le contact d'une trace d'acide minéral détermine son inflammation avec déflagration.

» La grande altérabilité de ce corps ne nous a pas permis de doser les éléments C et H. Les chiffres donnés par le dosage du potassium répondent à la composition d'une quinhydrone bipotassique avec substitution d'un atome d'hydrogène du noyau par du potassium, $C^6H^3K\left(\frac{O \quad O}{OK\ KO}\right)C^6H^4$ (contenant 35,24 de potassium pour 100).

» *Action du potassium sur l'hydroquinone en solution éthérée.* — Lorsqu'on fait agir à chaud, dans un appareil à reflux, du potassium sur un excès d'hydroquinone en solution éthérée, on constate que le métal alcalin se recouvre d'un abondant produit blanc cristallin, se détachant facilement par l'agitation. Ce corps est très altérable. Il bleuit rapidement, puis devient blanc grisâtre quand on l'expose à l'action de l'air ou de l'oxygène secs. L'air et l'oxygène humides le colorent d'abord en bleu, puis en blanc grisâtre, et le transforment enfin en un-produit brun noir soluble dans l'eau. Ce produit, desséché comme les précédents dans l'hydrogène raréfié sec et soumis à l'analyse, a donné des résultats se rapportant à la formule $C^6H^4{OK \atop OH}, C^6H^4{OH \atop OH}$.

» C'est la composition d'un corps formé par l'union d'une molécule d'hydroquinone monopotassique et d'une molécule d'hydroquinone $C^6H^4(OK.OH)$, $C^6H^4(OH)^2$.

» Les dérivés potassiques que nous venons de décrire, l'action des métaux sur la quinone, ainsi que l'existence des composés oxypotassiques fournis par la quinone et l'hydroquinone que nous décrirons dans une prochaine Note, viennent confirmer les faits déjà connus relatifs à la nature dicétonique de la quinone.

» Enfin la formation de ces composés et le passage de certains d'entre eux de la série hydroquinonique à la série quinonique nous permettront de donner une formule de constitution de la quinone, exprimant nettement son caractère dicétonique et rendant compte des nombreuses réactions auxquelles ce corps donne naissance. »

M. Teguor adresse, de Naples, un « Théorème propre à séparer les racines des équations numériques de tous les degrés ».

M. E. Kern adresse une Note relative à un arc-en-ciel blanc, observé le lundi 5 août, à 10h du soir.

« A Ver-sur-Mer (Calvados), la Lune, très brillante, produisait un arc-en-ciel très

vif, prenant naissance sur la haute mer, en remontant un peu dans la Manche, et tombant vers la terre un peu après Asnelles. L'arc était nuancé comme les arcs-en-ciel de jour, mais simplement fondu, du clair au sombre, sans distinction de couleurs. Le phénomène dura huit à dix minutes.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 AOUT 1895.

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série, publiée par M. CAMILLE JORDAN, avec la collaboration de MM. LÉVY, A. MANNHEIM, E. PICARD, H. POINCARÉ et H. RESAL. Tome Ier. Année 1895. Fasc. n° 3. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-4°.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures. Tome XI. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. in-4°.

Comité international des Poids et Mesures. Procès-verbaux des séances de 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Août 1895. Paris; 1 br. in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. Quatrième série. Tome V. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 6 août 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Ciel de France (*Paris*) le 1er mars à 9^h du soir. *Ciel de Russie* (*Saint-Pétersbourg*) le 1er mars à 9^h du soir, par M. JOSEPH VINOT. 2 cartes gr. in-8°.

Bulletin de la Société philomathique de Paris. N° 1. 1894-1895. Paris, 1895; 1 fasc. in-8°.

Cinematica della biella piana, per l'Ingegnere LORENZO ALLIERI. Napoli, F. Giannini e figli, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the Royal Observatory, Greenwich, in the year 1892. Under the direction of W. H. M. Christie, M. A.; F. R. S., Astronomer royal. London, 1894; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 AOUT 1895,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les allumettes à pâtes explosives;* par M. **Th. Schlœsing**.

« L'Académie de Médecine, le Conseil d'hygiène de la Seine, et l'on peut dire tous les hygiénistes ont condamné l'emploi du phosphore blanc dans la fabrication des allumettes; et dernièrement sa suppression a été réclamée instamment par ceux qu'elle intéresse le plus, les ouvriers allumettiers des manufactures de Pantin et d'Aubervilliers. M. le Ministre des Finances, touché de leurs plaintes, a fait appel à tous les fabricants et inventeurs d'allumettes, dans l'espoir de susciter quelque invention qui permît de proscrire définitivement les pâtes au phosphore blanc. En même temps, il instituait, pour juger les produits présentés au concours, une Commission dont les membres appartenaient, pour la plupart, à l'Académie.

» L'usage du phosphore blanc serait abandonné depuis longtemps, si le

public avait consenti à employer exclusivement les allumettes *suédoises* [1], dont la pâte s'enflamme par une légère friction sur un frottoir spécial. Mais il s'en tient généralement aux allumettes vulgaires, soufrées, au phosphore blanc; elles ont la propriété de s'enflammer sur toute surface, même sur l'étoffe d'un vêtement, et l'on peut les porter dans une poche, sans les enfermer dans une boîte. Ces avantages, très appréciés du plus grand nombre des consommateurs, doivent évidemment se retrouver dans des allumettes nouvelles destinées à remplacer celles qui les possèdent.

» Parmi les sortes présentées à la Commission, quelques-unes ont rempli la condition de s'enflammer sur toute surface, sur le drap en particulier, tout en étant inférieures, sous ce rapport, aux allumettes à pâte phosphorée; mais toutes sont à pâtes explosives, composées essentiellement de chlorate de potasse et de corps combustibles tels que le phosphore rouge, divers sulfures, des hyposulfites, etc. Au fond, elles sont analogues aux allumettes qui ont précédé, il y a plus de cinquante ans, l'emploi du phosphore blanc; mais elles ont sur elles une grande supériorité, due à l'introduction du phosphore rouge dans leurs pâtes.

» Ces allumettes ne présentent pas plus de danger, quant à leur magasinage et à leur transport, que certaines autres fabriquées couramment; de plus, la fabrication de leurs pâtes en grand n'est pas impossible, pourvu qu'elle soit entourée de précautions rigoureusement observées; mais elles présentent un inconvénient sérieux, inhérent à leur constitution même, celui de s'enflammer spontanément quand elles subissent quelque froissement accidentel. Les allumettes au phosphore blanc ne brûlent qu'à la condition de trouver de l'oxygène dans l'air extérieur; mais les allumettes à pâtes explosives portent en elles-mêmes tous les éléments d'une flamme. Quand elles sont sensibles au point de prendre feu sur du drap, elles peuvent aussi s'enflammer mutuellement par le frottement entre leurs boutons, et la flamme d'une seule peut aussitôt se communiquer à tout l'approvisionnement du consommateur. Sous ce rapport, les plus sensibles sont aussi les plus inquiétantes. Au reste, il ne semble pas impossible de parer à cet inconvénient; il y a là un perfectionnement à trouver.

» L'avenir fera connaître le sort réservé à ces types d'allumettes. J'ai été

---

[1] On sait que les allumettes suédoises sont munies d'une pâte chloratée exempte de phosphore; celui-ci ne se trouve que sur le frottoir à l'état de phosphore rouge; on a ainsi très ingénieusement séparé les deux substances dont la réunion peut offrir des dangers.

amené à en faire une étude chimique, et à essayer d'acquérir quelques notions scientifiques sur la constitution à donner à leurs pâtes.

» J'ai d'abord composé des mélanges binaires de chacun des composés comburants employés comme réservoirs d'oxygène avec chacun des corps combustibles en usage, et j'ai fabriqué des allumettes avec ces mélanges, après y avoir ajouté la colle nécessaire, et le verre pilé ou la silice servant, d'après les praticiens, à favoriser la production de chaleur par le frottement. Les résultats de ces premiers essais peuvent être énoncés très simplement.

» Le chlorate de potasse, parmi les comburants, et le phosphore rouge, parmi les combustibles, tiennent le premier rang. Leur mélange est un explosif dangereux, quand il est sec, alors même qu'il est tempéré par la présence d'un colloïde et d'une forte proportion de matières inertes.

» Avec le soufre, avec les sulfures d'antimoine ou d'étain, avec l'hyposulfite de plomb, le chlorate de potasse donne des pâtes susceptibles de s'enflammer par frottement sur une surface rugueuse, comme, par exemple, celle d'un tableau d'ardoise, mais non sur une étoffe. Ces pâtes tendent à fuser en brûlant, au lieu de détoner comme la pâte au phosphore rouge. Avec le sucre, les gommes, la gélatine, l'inflammation peut encore s'obtenir sur l'ardoise, mais plus difficilement.

» Les comburants autres que le chlorate de potasse, les nitrates, le minium oxydé [1], l'oxyde puce de plomb, le bioxyde de manganèse, les bichromates et chromates neutres ne donnent de pâte inflammable au bout d'une allumette, par simple frottement, avec aucun des combustibles usités, pas même avec le phosphore rouge.

» Ces premiers essais montrent que le chlorate de potasse est le comburant nécessaire dans la constitution d'une pâte, et que le phosphore rouge y est non moins indispensable.

» Considérant donc comme fondamental le mélange de chlorate et de phosphore rouge, je lui ai incorporé successivement divers combustibles minéraux, pour former des mélanges ternaires, toujours avec addition de colle et de verre pilé. J'ai vu ainsi que la combustion du mélange chlorate-phosphore, si brusque et si propre à projeter de toute part des éclats enflammés de la pâte, est très atténuée par la présence d'un corps à combustion fusante, comme le soufre, les sulfures d'antimoine, l'hyposulfite

---

[1] On appelle ainsi du minium additionné d'acide nitrique et séché. C'est un mélange d'oxyde puce et de nitrate de plomb.

de plomb, de sorte qu'on peut obtenir, sans nuire à la sensibilité due au phosphore, des pâtes ayant une combustion en quelque sorte moyenne, sans projection d'éclats.

» Au reste, comme on le comprend sans peine, le degré de division des matières a une grande influence sur le mode de la combustion. Des mélanges composés avec les mêmes proportions des mêmes matières fusent en brûlant ou détonent avec éclats, selon que le phosphore s'y trouve en poudre grossière ou en poussière impalpable. Aussi, les résultats qu'on obtient au laboratoire, où les conditions de fabrication sont plus ou moins variables, ne peuvent avoir la constance de ceux qu'on obtiendrait en grand, avec un outillage fonctionnant toujours de la même façon.

» Il m'a paru qu'un mélange ternaire formé de chlorate, de phosphore et d'un autre combustible était encore le plus souvent trop vif. Mais on peut toujours recourir, pour le modérer, à l'emploi de substances passives, telles que l'oxyde de zinc, les chromates insolubles, les oxydes de manganèse ou de fer, qui s'interposent entre les corps actifs et en modèrent les réactions.

» En définitive, on se fera une idée assez nette d'une pâte explosive pour allumettes, en la considérant comme un mélange de quatre sortes de substances :

» Un comburant, ou magasin d'oxygène, le chlorate de potasse;

» Deux combustibles minéraux, au moins, dont l'un est invariablement le phosphore rouge;

» Des substances inertes, comme la silice et le verre pilé;

» Enfin, un colloïde en dissolution, par exemple de la gomme ou de la colle-forte.

» D'après mes observations, une pâte devrait contenir, à l'état sec, de 12 à 15 pour 100 de phosphore rouge, pour bien s'enflammer sur le drap, et la proportion de chlorate ne devrait pas dépasser 35 pour 100. Au delà, la combustion serait trop vive. Mais ces nombres ont été donnés par des essais de laboratoire; la pratique industrielle les modifierait probablement.

» Ces principes posés, il resterait à chercher par tâtonnement le meilleur combustible à joindre au phosphore, le corps inerte le plus avantageux, les meilleures proportions des matières. Ce travail concernerait spécialement le fabricant. Avec de la méthode et une saine interprétation des résultats successivement observés, le but serait promptement atteint.

» Outre les recherches que je viens de résumer, il m'a paru utile d'en poursuivre d'autres sur la composition des fumées produites par la com-

bustion des pâtes explosives. En effet, quand on emploiera ces sortes de pâtes, on devra s'attendre encore à des inflammations accidentelles de plusieurs milliers d'allumettes à la fois, si fréquentes dans la fabrication en grand, pendant le *dégarnissage des presses* et le boîtage. Que deviendront alors le phosphore rouge et d'autres combustibles tels que les sulfures d'antimoine et l'hyposulfite de plomb? C'était une question qu'il importait de résoudre, au point de vue de l'hygiène des ateliers.

» Pour recueillir ces fumées, j'ai employé une grande cloche à douille, posée sur un support, la douille en bas; son bord est rodé, et peut être assez bien fermé par un disque en verre dépoli, percé à son centre d'un petit trou. La douille reçoit un bouchon traversé par une baguette pointue qui sert de support à un faisceau de 20 à 25 allumettes. On enflamme celles-ci, en touchant l'une d'elles avec un gros fil de fer chauffé au rouge, qu'on introduit par le trou du disque. Aussitôt après, on enlève les allumettes, on rebouche promptement la douille, et on laisse tomber les fumées, ce qui dure bien une demi-heure; puis l'on recommence la même opération. On brûle ainsi, en quatre ou cinq fois, 100 allumettes, après quoi on rince la cloche avec de l'eau pure pour entraîner les dépôts, et l'on procède aux analyses.

» J'ai opéré ainsi sur six sortes d'allumettes, dont les pâtes contenaient, outre le phosphore amorphe, du persulfure d'antimoine ou de l'hyposulfite de plomb, ou ces deux composés à la fois. Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau suivant :

		La pâte de 100 allumettes contenait	On a recueilli dans les fumées	Pourcentage du corps recueilli.
		mg	mg	Pour 100
1	Phosphore..........	105,6	26,4	23
	Persulf. d'antimoine..	132	»	»
	Soit antimoine.......	79	28	35
2	Phosphore..........	93,4	35,3	37
	Persulf. d'antimoine..	117	»	»
	Soit antimoine.......	70	24	35
3	Phosphore..........	93,4	36,4	39
	Persulf. d'antimoine..	78	»	»
	Soit antimoine.......	47	31	39
	Hyposulfite de plomb.	78	»	»
	Soit plomb..........	50,5	15,7	31
4	Phosphore..........	39,6	15,5	39
	Hyposulfite de plomb.	99	»	»
	Soit plomb..........	64,2	18,8	29

		La pâte de 100 allumettes contenait	On a recueilli dans les fumées.	Pourcentage du corps recueilli.
		mg	mg	Pour 100.
5	Phosphore............	26,7	24,5	92
	Hyposulfite de plomb ...	387	»	»
	Soit plomb............	251	52,3	20
6	Phosphore............	25	24,6	98
	Hyposulfite de plomb ...	204	»	»
	Soit plomb............	132	32	24

» Le phosphore se trouvait dans les fumées à l'état d'acide phosphorique; le plomb, à l'état d'oxyde blanc; l'antimoine, également à l'état d'oxyde ou d'acide antimonique.

» Ces résultats sont très instructifs. Ils imposent la nécessité d'éviter les inflammations accidentelles pendant les opérations qui suivent la sortie des séchoirs. On peut bien, en effet, proscrire des pâtes l'antimoine et le plomb, bien que leurs composés figurent presque toujours dans les pâtes anciennes ou récemment inventées; mais on ne peut pas proscrire le phosphore, et si ce corps produisait dans les ateliers les fumées de son acide, on perdrait, au moins en partie, l'avantage essentiel de la suppression du phosphore blanc.

» Il résulte de tout ce qui précède que la substitution des pâtes explosives aux pâtes à phosphore blanc n'est pas chose aussi simple qu'on serait tenté de le croire. Lors même qu'on s'en tient au seul point de vue technique, on voit qu'elle soulève des problèmes délicats, à peine soupçonnés, et nullement résolus. »

MÉMOIRES LUS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Les catastrophes produites par les orages et les tremblements de terre en Autriche pendant le mois de juin.* Note de M. **Ch.-V. Zenger**.

« Le mois de juin 1895 a été remarquable par les perturbations atmosphériques et sismiques qui se sont produites simultanément en Bohême et en Autriche-Hongrie : la Bohême et les provinces littorales de l'Autriche ont été particulièrement éprouvées pendant cette période.

» Les trois périodes solaires du 1er juin, du 14 juin et du 26 juin ont été exceptionnelles par les nombreuses taches, très larges et très mouvementées, qui se sont présentées par le mouvement de rotation de l'astre, aux jours périodiques indiqués au méridien central.

» Le 30 mai 1895, deux groupes de taches, formant une longue traînée, ont commencé à passer par le méridien central ; le phénomène a continué le lendemain.

» La treizième période solaire, du 1er juin, a été précédée par un passage de bolides, visibles pendant la nuit du 31 mai, et suivie du passage de l'essaim périodique des étoiles filantes des 6 et 7 juin (les Aquilides). De même, les 4 et 9 juin, on a observé en Bohême de splendides bolides, dont l'un du diamètre de la Lune.

» L'effet de ces deux causes, l'action inductrice du Soleil et les décharges d'électricité produites par le passage de ces petits corps célestes, s'est fait sentir d'une façon désastreuse sur l'Autriche-Hongrie tout entière.

» On nous apprend de Laybach que, le 31 mai, à $3^h 19^m$ du soir, après quelques agitations moins fortes, on a ressenti une secousse dont la durée a été très faible, mais dont les conséquences ont été épouvantables et qui a été suivie par une moins forte à 6^h du soir. Plusieurs barraques, construites après la première catastrophe du 14 avril 1895, se sont écroulées. On a dû même les reconstruire, avec trente nouvelles, ne pouvant loger que 1560 personnes.

» Le 1er juin, on a observé à Staabe, en Bohême, un bolide changeant de couleur, du rouge au violet, avec une longue queue plus grosse que la Lune.

» Les perturbations magnétiques en déclinaison ont été continuelles depuis le 30 mai 1895.

30 mai	+ 8',6	4 juin	14',3
31 »	12,0	5 »	13,3
1er juin	12,3	6 »	14,1
2 »	12,6	7 »	16,4 max.
3 »	13,0	8 »	14,3

» Le jour du passage maximum est le 6 juin à la nuit pour le radiant de l'Aigle.

» Le 1er juin, explosion d'une poudrière sans cause connue, en Tyrol, ce qui semble indiquer que les étoiles filantes peuvent incendier pendant leur chute les matières combustibles et explosives.

» Le même jour, à Carlsbad, en Bohême, orage très violent, nombreux incendies, ondées énormes à Netecin et Vlkisov; la pluie produit des torrents dans les rues, de $1^m,5$ de hauteur.

» Le lendemain 2 juin, on a essuyé un orage effroyable à Zehusic en Bohême, avec nombreux coups de foudre et explosion d'un magasin de poudre. Le même jour, en Amérique, on a constaté des incendies effroyables; plusieurs villes, dans les districts de pétrole, en Pensylvanie et les bois environnants, ont été brûlées, occasionnant des pertes de plusieurs millions de dollars. Le même jour, dans la soirée, orage épouvantable à Pardubic en Bohême, grêle, ondées, plusieurs hommes tués par la foudre.

» Le 3 juin, les secousses à Laybach recommencent avec violence à $9^h 30^m$ du soir; leur durée est de deux secondes; panique énorme.

» La ville affolée s'adresse, après le 1er juin, au Bureau météorologique et même à M. Falb, pour demander si l'on doit craindre que le tremblement de terre recommence. La réponse avait été rassurante ; mais, le 3 juin, secousses réitérées !

» Le journal *Slovenski Narod* m'a prié de donner mon avis, parce que les secousses se sont répétées aux jours périodiques indiqués par moi. J'ai répondu que, l'état à la surface du Soleil étant toujours très mouvementé, il y avait raison de craindre, aux jours indiqués d'avance, de voir les secousses se reproduire; c'est ce qui est arrivé, en effet, précisément aux jours indiqués.

» Le 4 juin, orages épouvantables à Asch et Eger, en Bohême, continuant le 5 juin pour finir avec la grande catastrophe de Blatna, en Bohême. Orage à grêle énorme et ondées, coups de foudre blessant beaucoup d'hommes et transformant toute la vallée et les environs de Blatna. Le secours de l'État et le déblaiement des maisons ruinées et des terrains éboulés ont été nécessaires.

» Le même jour, Oldenbourg, en Hongrie, était atteint par une catastrophe encore plus effroyable : un cyclone dévastant et transformant toute la vallée, changeant les cours de l'eau; 80 hommes et beaucoup de bétail ont été noyés; des sources nouvelles ont apparu ; les ponts, les chaussées, les chemins de fer, ont été détruits par les flots, par l'éboulement des terrains et des rochers. Les sapeurs ont dû ouvrir l'accès dans la vallée.

» Le même jour, catastrophe effroyable en Wurtemberg et en Baden, 50 hommes noyés dans les flots, la grêle et le cyclone détruisant les routes et les maisons.

» La quatorzième période solaire, du 14 juin, précédée du passage de bolides splendides le 9 juin et des étoiles filantes du 12 juin, n'a pas été moins désastreuse; vers le 20 juin, nouveau passage d'essaims.

» Les perturbations solaires et les perturbations magnétiques sont devenues constantes :

Le 10 juin :	+15',0	Le 16 juin :	+12',6
11 »	17,1	17 »	10,2
12 »	17,2	18 »	9,2
13 »	24,1 max.	19 »	14,7
14 »	14,8	20 »	14,4
15 »	14,1	21 »	17,4 2e max.
		22 »	14,7

» Le 11 juin, tremblement de terre en Bohême, observé en plusieurs endroits du Riesengebirge; orages effroyables dans toute la Bohême, du 11 jusqu'au 20 juin.

» Le 12 juin orages nouveaux à Budapest et en Hongrie supérieure, plusieurs victimes et dommages matériels énormes; beaucoup de bétail noyé.

» Les tremblements de terre ont repris le 10 juin : violentes secousses, de cinq secondes de durée, à Crapinabains en Croatie; le 11 juin, à 10h30m du matin, très fortes secousses en Hongrie supérieure, les plus fortes à Ballassa-Gyarmath.

» Le 12 juin, en Silésie prussienne, à Breslau et Munsterberg, très fortes secousses avec bruit souterrain dans la nuit du 12 au 13 juin, jour de la perturbation magnétique maxima.

» Le 19 juin, violentes secousses à Murzthal en Styrie et aux Alpes autrichiennes à $2^h 30^m$ du matin.

» Le 22 juin, à Platanos en Grèce, secousses violentes; en trente endroits différents, dans le sud de l'Italie, violents tremblements de terre.

» La quinzième période solaire, du 26 juin, suivie du passage de l'essaim périodique (Céphéides) du 28 juin, est encore riche en fortes perturbations magnétiques et sismiques.

Le 25 juin	+13',4	Le 27 juin	+15',0
26 »	14,8	28 »	11,8

» Le 26 juin, ondées et inondations énormes en Servie et en Hongrie méridionale; la ville de Loznica entièrement submergée.

» Les 27 et 28, orages épouvantables en Bohême et à Prague, avec température extrêmement élevée, de 34° à 40° C. Beaucoup d'incendies.

» Cyclone en Italie, à Olona, près Pavie.

» Les photographies solaires ont montré le disque du Soleil à peu près constamment entouré des zones blanches et rougeâtres, elliptiques et circulaires, de deux à quatre diamètres solaires, et des halos dits d'aiguilles de glace, de 4°-5° de diamètre.

» *En résumé*, on voit que :

» 1° L'activité solaire a été très grande;

» 2° Les perturbations magnétiques, très amples et très fréquentes;

» 3° Les tremblements de terre, les orages cycloniques, de violence extraordinaire, ont concordé avec l'apparition de bolides nombreux et brillants et avec le passage de nombreuses étoiles filantes.

» J'ajoute que j'ai pu, dès le commencement du Congrès de Bordeaux, c'est-à-dire le 5 août, prédire l'arrivée de grandes tourmentes pour le 10 août; et en effet, les orages et les cyclones qui ont ravagé à peu près la France entière, de la Gironde jusqu'à la Normandie, ont commencé vers 6^h du soir, le 10 août, à Bordeaux et ailleurs. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Ch. Fiesse adresse, de Washington, un Mémoire relatif à un nouveau carburateur, applicable à divers moteurs, et utilisable pour la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les hyperboles équilatères d'ordre quelconque.* Note de M. **Paul Serret.**

« On peut, par analogie, appeler *équilatère* toute courbe d'ordre n,

$$o = H_n \equiv \Phi_{n,0} + \Phi_{n-2}(x, y),$$

dont les asymptotes forment un faisceau régulier : $\Phi_{n,0} = 0$; et, à défaut d'un terme mieux approprié, on peut convenir d'appeler *centre* d'une telle courbe le point de concours O de ses asymptotes.

» En dehors du Mémoire « sur les Équilatères du second degré », publié en commun par Brianchon et Poncelet, il ne paraît pas que les courbes de ce genre, et de degré quelconque, aient été, depuis, l'objet d'aucune recherche, ni même d'aucune mention particulière. Dans les méthodes qui nous sont propres, c'est par la théorie des foyers, comme représentation des tangentes isotropes issues de ces points, et, en vertu de la notion antérieure du « groupe conjugué de n droites », appliquée spécialement aux plus simples de ces groupes ou aux « faisceaux réguliers » d'ordre n, que ces nouvelles courbes se présentent, en premier lieu, en se réduisant alors à l'ensemble de leurs asymptotes. Et c'est encore de ces mêmes faisceaux réguliers, de leurs combinaisons entre eux et de leurs propriétés géométriques qu'elles reçoivent, avec leur mode général d'existence, leurs principales propriétés.

» Considérés dans leur origine et dans leurs premières applications, ces faisceaux réguliers conjugués, et les équilatères de tous les ordres qui les accompagnent, apparaissent comme autant de réalités concrètes sous-jacentes, dérivées des entités métaphysiques de l'infini, et tirant peut être de là une part des côtés suggestifs propres à ces entités qu'elles peuvent même remplacer quelquefois sans désavantage; en nous rendant alors, plus naturellement et à aussi peu de frais, les mêmes services.

» 1. « Tout faisceau formé de deux équilatères du second degré ne » contient, comme on sait, que des équilatères » :

$$H_2 + lH'_2 \equiv H''_2; \tag{1}$$

ainsi qu'il suit, par exemple, de l'identité corrélative

$$(1') \qquad XY + lX'Y' \equiv X''Y'' + \text{const.},$$

à laquelle donnent lieu les asymptotes des trois courbes, associée à cette remarque que « deux faisceaux rectangulaires Φ_2, Φ'_2 de même origine, » composés entre eux linéairement, donnent toujours un autre faisceau » rectangulaire »

$$(1'') \qquad \Phi_2 + l\Phi'_2 \equiv \Phi''_2.$$

» Il en résulte que, si nous sommes déjà en possession du fait général, d'après lequel *deux faisceaux réguliers* F_n, Φ_n, *du même ordre et de même origine, composés entre eux, donnent toujours naissance à un autre faisceau régulier,* nous serons conduit à généraliser de même la proportion ci-dessus; et il nous restera à vérifier le théorème suivant :

» Théorème I. — *Un faisceau formé de deux équilatères d'ordre n ne contient que des équilatères*

$$(2) \qquad H_n + lH'_n \equiv H''_n.$$

» Ici, toutefois, ce sera seulement la moitié de la proposition qui se pourra lire encore sur l'équation (2), où l'on aura mis en évidence, avec les faisceaux réguliers F_n, Φ_n formés par les asymptotes des composantes, les asymptotes A, B, C, ..., H, K, L de la résultante. Et l'identité corrélative

$$(2') \qquad ABC\ldots HKL \equiv F_n + l\Phi_n + V_{n-2}(x, y),$$

nous montrera seulement que « les asymptotes A, B, ..., K, L de la résultante seront parallèles aux rayons d'un faisceau régulier d'ordre n ». En » sorte que, s'il arrive néanmoins que la collinéation des asymptotes, qui est « donnée » pour chacune des composantes, entraîne, pour la résultante, une collinéation analogue, ce sera là un fait nouveau et remarquable, mais sur lequel le cas particulier des courbes du second ordre ne donne plus aucune ouverture, et qui ressortira tout entier à la démontration.

» La proposition générale, qui est vraie d'ailleurs, ne devra donc rien au cas spécial du second degré; et les deux démonstrations, également intuitives, qu'elle comporte, résulteront encore des mêmes considérations auxiliaires que nous avons appliquées déjà à bien des problèmes, très différents, et qui, presque toujours, se sont trouvées décisives.

» Reprenons la relation ($2'$) et faisons intervenir la première polaire, prise par rapport au polygone (ABC...HKL), de l'un quelconque P de ses sommets, $0 = K = L$

$$(P) \qquad A', B', C', \ldots, H'; \qquad K' = 0, \qquad L' = 0.$$

Cette première polaire sera représentée, en vertu de l'identité ($2'$), par l'une ou l'autre des équations

$$(2'') \qquad 0 = KL\Sigma_{A'}^{H'} A'BC\ldots H \equiv F'_{n-1} + l\Phi'_{n-1} + 2V_{n-2}(x, y) + V'_{n-3}(x, y).$$

Or, si nous supposons acquise cette nouvelle remarque que *la première polaire d'un point quelconque, par rapport à un faisceau régulier* $F_n = 0$, ou $\Phi_n = 0$, *est un autre faisceau régulier* $F'_{n-1} = 0$, ou $\Phi'_{n-1} = 0$: les deux équations ($2''$), qui doivent être identiques, nous apparaissent comme visiblement contradictoires; et, pour que la contradiction s'évanouisse, il faut que les $n - 2$ premières coordonnées $A', B', C', \ldots, H'$ du pôle choisi P s'annulent à la fois, comme les deux dernières K', L' : ou que les n droites $A, B, C, \ldots, H, K, L$ concourent en un même point.

» En effet, si $A', B', C', \ldots, H'$ ne sont pas nuls à la fois, deux des asymptotes de la courbe représentée par l'une ou l'autre des équations ($2''$) sont en évidence dans l'*équation de gauche,* qui sont les droites K, L : parallèles, comme on l'a dit déjà, à deux rayons d'un faisceau régulier d'ordre n, donc inclinées l'une sur l'autre d'un angle mesuré par *un multiple de* $\frac{2\pi}{n}$.

» Mais il suit d'autre part, de l'*équation de droite,* où F'_{n-1} et Φ'_{n-1} désignant des faisceaux réguliers d'ordre $n - 1$ et V'_{n-2}, V'_{n-3} des fonctions d'un degré marqué par leurs indices, que les asymptotes de la même courbe ($2''$) étant parallèles aux rayons d'un faisceau régulier d'ordre $n - 1$, l'angle de deux quelconques d'entre elles est mesuré par *un multiple de* $\frac{2\pi}{n-1}$, ...

» Les n coordonnées $A', B', \ldots, K', L'$ du pôle considéré p s'annulent donc à la fois, les n droites $A, B, C, \ldots, H, K, L$, déjà parallèles aux rayons d'un faisceau régulier d'ordre n, concourant, de plus, en un même point; et la courbe H''_n,

$$(2) \qquad 0 = H''_n \equiv H_n + lH'_n$$

est équilatère, comme les courbes H_n, H'_n qui lui ont donné naissance. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les déformations permanentes et la rupture des corps solides* [1]. Note de M. **Faurie**.

« Si l'on admet qu'un état vibratoire d'ensemble précède et prépare la déformation élastique, comme la déformation élastique précède et prépare la déformation permanente, on peut se demander si l'allongement permanent de traction doit commencer à un nœud ou à un centre de vibration, ou encore s'il doit porter sur quelque partie intermédiaire. Cette dernière hypothèse ne paraît pas pouvoir être soutenue; car la déformation doit nécessairement se produire au nœud ou au ventre, suivant qu'elle est gênée ou favorisée par le mouvement vibratoire préexistant. Cette question sera élucidée plus tard, par l'analyse du phénomène de la formation de la striction; mais il convient de dire quelques mots, dès maintenant, de ce très intéressant problème.

» Lorsque la charge a atteint son maximum, l'éprouvette d'essai ne se déforme plus sur toute sa longueur, mais seulement sur une fraction de la longueur primitive. La déformation, à ce moment, se localise sur une longueur sensiblement égale à $\frac{L}{\alpha}$; puis bientôt, tandis que la charge diminue, elle cesse aux deux nœuds de l'*onde de déformation*, s'étend, de part et d'autre du ventre sur deux régions de plus en plus petites, et finalement, la charge diminuant toujours, ne persiste plus qu'au ventre. A ce moment, la charge atteint un minimum et la rupture arrive.

» Si la déformation se produisait par un mécanisme analogue aux divers moments de la traction, l'allongement commencerait aux nœuds, puis s'étendrait de part et d'autre, gagnant lentement le ventre; et, après avoir franchi l'onde entière, et s'être répercuté sur les ondes voisines, il recommencerait au nœud, s'étendrait de nouveau comme il vient d'être dit, et ainsi de suite.

» Il est possible de vérifier, sur la formule de malléabilité et par l'expérience, quelques-uns des faits dont je viens de parler.

» Les formules que nous avons établies ne sauraient, sans doute, sous leur forme actuelle, nous permettre d'étudier les détails des actions élémentaires; nous pouvons cependant en déduire les valeurs des allongements aux moments des maxima de la charge, et montrer que ces allonge-

[1] Voir *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 349, et t. CXX, p. 1407.

ments sont, dans des limites qui ne dépassent pas les erreurs d'observation, égaux *aux allongements observés*.

» L'équation qui donne les allongements, en fonction des efforts rapportés à l'unité de section primitive, est

$$\Phi = \frac{RL}{L+l} + K\frac{L}{L+l}\frac{l}{L+\alpha l}.$$

Cette expression peut être différentiée par rapport à l. Effectuant cette opération, il vient

$$\frac{d\Phi}{dl} = -\frac{RL}{(L+l)^2} + KL\frac{L^2-\alpha l^2}{(L+l)^2(L+\alpha l)^2}.$$

Si nous égalons cette différentielle à zéro en l'ordonnant par rapport à $\frac{l}{L}$, nous obtenons une équation qui devra déterminer les allongements correspondant aux points singuliers de la courbe de malléabilité,

$$\frac{l^2}{L^2}(\alpha^2 R + K\alpha) + 2\alpha R\frac{l}{L} + R - K = 0,$$

d'où

$$\frac{l}{L} = -\frac{R}{\alpha R + K} \pm \frac{1}{\alpha^2 R + \alpha K}\sqrt{\alpha K(\alpha R - R + K)}.$$

Nous avons pour $\frac{l}{L}$ deux valeurs de signes contraires. La valeur positive, qui est la plus petite, correspond, comme nous le verrons, au maximum de l'énergie potentielle élastique; la valeur négative, qui est la plus grande, correspond au maximum de l'énergie cinétique de traction.

» Dans la pratique, les deux charges voisines que nous venons de désigner sous les dénominations de *maximum d'énergie potentielle élastique* et de *maximum d'énergie cinétique de traction*, sont réunies sous l'appellation commune très impropre de charge de rupture. Nous pouvons appliquer cette formule aux différents métaux et alliages mentionnés dans la Note du tome CXIII, p. 349.

A représente l'allongement observé, exprimé en millièmes de la longueur primitive;
A_g désigne l'allongement au moment de la charge maxima;
$A_{g'}$ désigne l'allongement au commencement de la striction.

Cuivre du Chili.........	$R=5$	$K=200$	$\alpha=5$	$A_g=0,393$	$A_{g'}=0,437$	$A=$ de 0,350 à 0,400
Cuivre de Rio Tinto.....	$R=5$	$K=200$	$\alpha=4,5$	$A_g=0,423$	$A_{g'}=0,467$	$A=$ de 0,350 à 0,430
Laiton 67 Cu 33 Zn.......	$R=11$	$K=150$	$\alpha=2$	$A_g=0,575$	$A_{g'}=0,691$	$A=$ de 0,550 à 0,700 (¹)
Laiton d'aluminium 1 °/₀..	$R=16$	$K=400$	$\alpha=5,5$	$A_g=0,347$	$A_{g'}=0,411$	$A=$ de 0,300 à 0,400

(¹) Le cahier des charges imposé aux usines productrices par l'administration de la Guerre, exige, pour ce métal, un allongement de 0,600.

» Les valeurs correspondantes des charges sont, en désignant par

Φ la charge observée rapportée à la section primitive;
Φ_g la charge qui correspond à A_g;
$\Phi_{g'}$ la charge qui correspond à $A_{g'}$.

Cuivre du Chili...........	$\Phi_g = 23,6$	$\Phi_{g'} = 22,47$	$\Phi =$ de 22,6 à 23,3
Cuivre de Rio Tinto........	$\Phi_g = 23,9$	$\Phi_{g'} = 23,40$	$\Phi =$ de 23,0 à 23,5
Laiton 67 Cu 33 Zn.........	$\Phi_g = 32,47$	$\Phi_{g'} = 32,21$	$\Phi =$ de 32,7 à 32,0
Laiton d'aluminium 1 %....	$\Phi_g = 47,87$	$\Phi_{g'} = 47,12$	$\Phi =$ de 49,0 à 47,50

» Ces charges sont, comme R, exprimées en kilogrammes. Les valeurs données pour les échantillons de cuivre pur se rapportent à des échantillons de valeur ordinaire, prélevés non sur des tôles laminées, mais sur des barres laminées à chaud puis étirées à froid au banc.

» Comme on le constate par les chiffres ci-dessus, les deux charges Φ_g et $\Phi_{g'}$ sont très voisines et difficiles à séparer dans la pratique; sans précautions minutieuses et spéciales, la charge $\Phi_{g'}$ échappe à l'observation; toutes deux diffèrent de plusieurs kilogrammes de la charge de rupture proprement dite.

» Si l'on a construit la courbe représentée par l'équation de Φ ci-dessus, on constatera aisément que A_g et Φ_g sont les coordonnées d'un maximum et $A_{g'}$ et $\Phi_{g'}$ les coordonnées d'un point d'inflexion. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité des mélanges de limailles métalliques et de diélectriques.* Note de M. **G.-T. Lhuillier.**

« Dans le but d'expliquer les phénomènes découverts par M. E. Branly [1], plusieurs hypothèses ont été émises : l'une par M. O. Lodge [2], les autres par M. E. Branly lui-même [3].

» La présente Note a pour objet de faire connaître quelques faits nouveaux, qui conduisent à une nouvelle explication.

» I. *Mélanges placés dans des tubes de verre.* — Ces mélanges contenaient de la limaille de cuivre, d'aluminium ou de fer, et des diélectriques solides ou liquides. Les tubes pouvaient être introduits, soit dans un circuit comprenant un Daniell et un galvanomètre Weber, soit dans l'induit

(1) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 785, et t. CXII, p. 90.
(2) *Philosophical Magazine*, 5e série, p. 94; janvier 1894.
(3) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 348.

d'une bobine de Ruhmkorff, soit enfin dans l'une des branches d'un pont de Wheatstone.

» La chaleur peut rétablir la conductibilité détruite dans un mélange solide par un choc ou par un induit voisin, ce qui ne s'est jamais produit avec des diélectriques liquides. Dans quelques-uns de ces derniers, la conductibilité détruite par une faible élévation de température reparaît spontanément.

» Un choc, quelquefois très faible, annule la conductibilité dans le cas des liquides; mais, avec quelques-uns, un choc ultérieur la peut rétablir.

» Un courant induit peut détruire la conductibilité d'un tube voisin rempli de limaille et de soufre, ce qui ne se produit pas si le tube est isolé à l'intérieur d'une enveloppe métallique. La conductibilité ainsi supprimée peut reparaître spontanément, quelquefois après plus de quinze jours.

» Le déplacement de l'une des substances, limaille ou diélectrique liquide, peut se faire sans détruire la conductibilité, mais aussi sans la produire : la limaille de fer peut être déplacée dans l'alcool à l'aide d'un aimant, sans que la conductibilité disparaisse; elle est seulement un peu modifiée, tandis qu'elle est annulée par un très faible choc. De même, le déplacement de la limaille par un aimant, dans un sens quelconque, n'a pas établi la conductibilité.

» L'alcool peut être remplacé par un volume égal d'alcool neuf sans la modifier, tandis qu'un souffle suffit à la supprimer, en faisant varier la température. Enfin, un diélectrique liquide quelconque peut être remplacé par un autre. Si le second est sans action sur le premier, la résistance du tube reste la même (cas de l'eau remplaçant l'huile d'olive); si, au contraire, le second peut dissoudre le premier (cas de l'eau après l'alcool), la résistance, après être resté pendant quelque temps constante, 143 ohms, s'élève, dans l'intervalle de trois à quatre minutes, à 500000 ohms environ.

» Ces dernières expériences montrent que, dans ces phénomènes, si le diélectrique joue un rôle actif, il ne le joue que sur une très faible épaisseur. Chaque grain de limaille doit être considéré comme emprisonné dans une très mince gaine de liquide qui adhère, par capillarité, à la gaine voisine. Alors, la substitution d'un autre liquide, identique ou différent, mais sans action sur le premier, laissera l'équilibre primitif intact, et il en sera de même de la conductibilité. Dans le cas contraire, l'équilibre primitif étant rompu, la conductibilité disparaîtra.

» *Remarques.* — I. Dans les liquides surtout, la durée de la conductibilité, d'abord très faible, devient de plus en plus grande, à mesure que le nombre des induits croît.

» II. Si, après les premiers induits, on rompt le circuit du couple Daniell, la conductibilité diminue d'abord très vite, et même disparaît complètement; elle a besoin d'être, en quelque sorte, entretenue. Un fait analogue a été observé par M. Minchin [1] sur les mélanges de limaille et de collodion ou de gélatine.

» II. *Le diélectrique devient-il conducteur sous une faible épaisseur?* Le dispositif [2] employé ici consiste essentiellement en une pointe et un disque de platine, entre lesquels peut être introduit le diélectrique à l'état liquide; la pointe est perpendiculaire au plan du disque, en son milieu, et la distance de ces deux conducteurs peut être rendue à volonté inférieure à 1^{μ}.

» Les diélectriques étudiés sont : l'alcool, l'éther, l'essence de térébenthine, le sulfure de carbone, etc., le soufre, la paraffine, l'eau distillée.

» Sauf pour l'eau et l'alcool étendu, quelque petite que soit la distance entre la pointe et le disque, la déviation du galvanomètre est rigoureusement nulle quand on ferme le circuit pour la première fois.

» Pour tous les diélectriques organiques privés d'eau, on observe, quand une série d'induits assez faibles les traversent, qu'il se produit d'abord un flux d'étincelles, qui disparaissent au bout d'un temps dépendant de la nature du liquide et de la distance des deux conducteurs. Alors le système conduit et un choc peut détruire sa conductibilité; mais un nouvel induit très faible y produit une étincelle très petite et rétablit la conductibilité, et ainsi de suite un grand nombre de fois. Cette expérience réussit bien avec la benzine.

» D'ailleurs, si les courants induits cessent avant que les étincelles aient disparu, si faibles qu'elles soient, il n'y a pas de conductibilité.

» Après avoir opéré pendant quelque temps avec un diélectrique organique, on remarque l'existence, sur le disque de platine, d'une tache noire dont l'aspect dépend du corps étudié. Cette tache est produite par le dépôt de carbone provenant de la décomposition du diélectrique par la décharge induite.

» Avec le soufre, il n'a pas été possible d'établir la conductibilité; mais, en remplaçant la pointe de platine par une de cuivre, des phénomènes analogues à ceux que présentent les tubes purent être observés.

» *Conclusion.* — Le diélectrique ne devient pas conducteur, même sous

(1) *Philos. Magaz.*, 5e série, p. 50; janvier 1894.
(2) L'idée de ce dispositif est de M. R. Blondlot.

une épaisseur inférieure à 1^{μ}, et les gaines primitivement considérées ne jouent qu'un rôle mécanique.

» Dans le cas des diélectriques organiques, la conductibilité est établie concurremment par des particules métalliques entraînées et par des particules de carbone provenant de la décomposition du diélectrique; dans le cas du soufre, elle l'est par les premières seules ([1]). »

CHIMIE. — *Recherches sur les combinaisons du cyanure de mercure avec les chlorures.* Note de M. **Raoul Varet.**

« Le cyanure de mercure, en agissant sur les chlorures métalliques, fournit des combinaisons du type $2HgCy^2.M''Cl^2.nH^2O$, composés que l'on peut encore obtenir en dissolvant du bichlorure de mercure dans une solution de cyanure double, mercurico-potassique, mercurico-sodique, etc., etc. Ce dernier mode de préparation a porté Geuther à les considérer comme des combinaisons d'un double cyanure avec le bichlorure de mercure. Ainsi, on aurait, dans le cas du chlorocyanure de mercure et de potassium,

$$2HgCy^2.2KCl = HgCy^2.2KCy.HgCl^2.$$

» Dans le travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je me suis proposé de mesurer la chaleur de formation de quelques-uns de ces composés et de rechercher, à l'aide de méthodes purement chimiques, quelle est leur constitution réelle. Je rappellerai que M. Berthelot, au cours de ses recherches sur le rôle des sels doubles dans les doubles décompositions, a effectué l'étude thermique des combinaisons du cyanure de mercure avec les sels halogènes de potassium et établi la constitution de ces corps.

» I. *Chlorocyanure de mercure et de sodium.* — Ce sel a été signalé par Poggiale, qui lui a attribué la formule $HgCy^2.NaCl$. J'ai toujours obtenu son hydrate

$$2HgCy^2.2NaCl.2,5H^2O.$$

» J'ai trouvé, vers 15°, que

» 1° La dissolution du sel double dans l'eau absorbe .... $-16^{Cal},20$

» 2° $2HgCy^2$ (1 mol. $= 8^{lit}$) + $2NaCl$. (1 mol. $= 2^{lit}$) dégage .... $+ 0^{Cal},33$

([1]) Ce travail a été exécuté au Prytanée militaire.

» Sachant que, dans les mêmes conditions, la dissolution de $2\,HgCy^2$ absorbe $-6^{Cal},0$ et celle de $2\,NaCl$, $-2^{Cal},6$, on en déduit

$2\,HgCy^2$ sol. + $2\,NaCl$ sol. + $2,5\,H^2O$ liq.
= $2\,HgCy^2.2\,NaCl\,2,5\,H^2O$ sol. dégage .... $+7^{Cal},95$

» II. *Chlorocyanure de mercure et d'ammonium.* — Poggiale a décrit le composé $2\,HgCy^2.2\,AzH^4Cl$. J'ai obtenu l'hydrate

$$2\,HgCy^2.2\,AzH^4Cl.1,5\,H^2O.$$

» La dissolution de ce composé dans l'eau absorbe, vers 15° .... $-14^{Cal},80$
» $2\,HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + $2\,AzH^4Cl$ (1 mol. = 2^{lit}) dégage .... $+0^{Cal},38$

» La chaleur de dissolution de $2\,AzH^4Cl$ étant $-8^{Cal},0$, on en déduit

$2\,HgCy^2$ sol. + $2\,AzH^4Cl$ sol. + $1,5\,H^2O$ liq.
= $2\,HgCy^2.2\,AzH^4Cl + 1,5\,H^2O$ sol. dégage .... $+1^{Cal},18$

» III. *Chlorocyanure de mercure et de baryum.* — Poggiale attribue à ce sel la formule $2\,HgCy^2.BaCl^2.4H^2O$. J'ai toujours obtenu le composé

$$2\,HgCy^2.BaCl^2.5\,H^2O.$$

» La dissolution de ce sel double dans l'eau vers 15° absorbe .... $-17^{Cal},1$
» $2\,HgCy^2$ (1 mol. = 8 lit.) + $BaCl^2$ (1 mol. = 4 lit.) dégage .... $+0^{Cal},45$

» Sachant que la dissolution de $BaCl^2$ dégage $+2^{Cal},0$, on en déduit

$2\,HgCy^2$ sol. + $BaCl^2$ sol. + $5\,H^2O$ liq. = $2\,HgCy^2.BaCl^2.5\,H^2O$ sol. dégage .... $+13^{Cal},55$

» IV. *Chlorocyanure de mercure et de strontium.* — $2\,HgCy^2.SrCl^2.6\,H^2O$.

» La dissolution de ce composé dans l'eau absorbe vers 15° .... $-15^{Cal},80$
» $2\,HgCy^2$ (1 mol. = 8 lit.) + $SrCl^2$ (1 mol. = 4 lit.) dégage .... $+0^{Cal},45$

» La dissolution de $SrCl^2$ dégage $+11^{Cal},0$. On en conclut

$2\,HgCy^2$ sol. + $SrCl^2$ sol. + $6\,H^2O$ liq. = $2\,HgCy^2.SrCl^2.6\,H^2O$ sol. dégage $+21^{Cal},25$

» V. *Chlorocyanure de mercure et de calcium.* — $2\,HgCy^2.CaCl^2.6\,H^2O$.

» La dissolution de cette combinaison absorbe vers 15° .... $-14^{Cal},20$
» $2\,HgCy^2$ (1 mol. = 8 lit.) + $CaCl^2$ (1 mol. = 4 lit.) dégage .... $+0^{Cal},50$

» La dissolution de $CaCl^2$ dégage $+17^{Cal},4$. On en déduit

$2\,HgCy^2$ sol. + $CaCl^2$ sol. + $6\,H^2O$ liq. = $2\,HgCy^2.CaCl^2.6\,H^2O$ sol. dégage $+26^{Cal},1$

» VI. *Chlorocyanure de mercure et de magnésium.* — $2\,HgCy^2.MgCl^2.6\,H^2O$.

» La dissolution de ce sel double absorbe vers 15° .... $-9^{Cal},9$
» $2\,HgCy^2$ (1 mol. = 8 lit.) + $MgCl^2$ (1 mol. = 4 lit.) dégage .... $+0^{Cal},50$

» La dissolution de $MgCl^2$ dégage $+36^{Cal},0$. On en conclut

$2\,HgCy^2$ sol. + $MgCl^2$ sol. + $6\,H^2O$ liq. = $2\,HgCy^2.MgCl^2.CH^2O$ sol. dégage .... $+40^{Cal},4$

» VII. *Chlorocyanure de mercure et de zinc.* — Poggiale attribue à ce sel la formule $2HgCy^2.ZnCl^2.6H^2O$. J'ai obtenu le composé

$$2HgCy^2.ZnCl^2.7H^2O.$$

» La dissolution de ce composé dans l'eau absorbe vers 15° .... $-13^{Cal},30$
» $2HgCy^2$ (1 mol. = 8 lit.) + $ZnCl^2$ (1 mol. = 4 lit.) dégage........... $+0^{Cal},90$

» La dissolution de $ZnCl^2$ dégage $+15^{Cal},6$. On en conclut

$2HgCy^2$ sol. + $ZnCl^2$ sol. + $7H^2O$ liq. = $2HgCy^2.ZnCl^2.7H^2O$ sol. dégage $+23^{Cal},8$

» VIII. *Chlorocyanure de mercure et de cadmium.* — Je n'ai pu obtenir que le composé

$$HgCy^2.CdCl^2.2H^2O.$$

« La dissolution de ce sel dans l'eau absorbe vers 15°................ $-9^{Cal},30$
» $HgCy^2$ (1 mol. = 8 lit.) + $CdCl^2$ (1 mol. = 4 lit.) dégage............ $+0^{Cal},38$

» La dissolution de $CdCl^2$ dégage $+2^{Cal},8$.

$HgCy^2$ sol. + $CdCl^2$ sol. + $2H^2O$ liq. = $HgCy^2.CdCl^2.2H^2O$ sol. dégage. $+6^{Cal},48$

» *Constitution des chlorocyanures.* — L'action exercée par l'acide picrique et les picrates sur les cyanures métalliques fournit, comme je l'ai fait voir (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 339), une méthode commode pour distinguer le cyanogène uni au mercure, du même radical combiné aux métaux alcalins, alcalino-terreux, au magnésium, au zinc et au cadmium. C'est cette réaction que j'ai d'abord utilisée pour rechercher si, au sein des solutions obtenues en opposant au cyanure de mercure les chlorures de potassium, de sodium, etc., il y a partage du cyanogène entre le mercure et un de ces métaux. Voici comment il convient d'opérer.

» Dans un tube à essai, on verse 10^{cc} de la solution à étudier, et on l'additionne d'une petite quantité du picrate de la même base que celle du chlorure que l'on a fait réagir sur le cyanure de mercure. Puis ce tube est plongé dans un bain d'eau chauffé vers 30°. On constate ainsi que les solutions des chlorocyanures alcalins, alcalino-terreux, etc. n'engendrent pas d'isopurpurates. Tout le cyanogène reste donc uni au mercure et ces solutions sont du type $2HgCy^2M''Cl^2$. J'ajouterai que des tubes témoins contenant des solutions de cyanure de mercure et de potassium, de cyanure de mercure et de sodium, chauffées dans les mêmes conditions, après avoir été additionnées de picrate de potassium, de sodium, prennent immédiatement une coloration rouge, due à la formation d'isopurpurate.

» En portant à l'ébullition les solutions des chlorocyanures après les avoir additionnées de picrate de potassium, on constate, au bout de quelques instants, la production d'une légère teinte rouge. Ce fait montre que, sous l'influence de la chaleur, tout le cyanogène n'est pas resté combiné au mercure, et qu'une petite quantité du système $HgCy^2.M''Cy^2.HgCl^2$

a été engendrée. Les expériences suivantes permettent de faire ressortir cette action de la chaleur.

» Chauffons séparément des solutions de cyanure de mercure d'une part et d'un chlorure d'autre part : un papier de tournesol rouge plongé dans ces liqueurs conserve sa teinte. Mêlons les dissolutions : le papier devient bleu comme cela se produit avec des liqueurs qui contiennent les cyanures alcalins, alcalino-terreux.

» A froid rien de semblable ne se produit; ce qui montre nettement que, sous l'influence de la chaleur, tout le cyanogène n'est pas resté combiné au mercure.

» La discussion thermochimique de ces réactions, discussion que je développerai au sujet des bromocyanures et des iodocyanures, conduit aux mêmes conclusions. Ainsi, la transformation de $2HgCy^2 + 2NaCl$ en $HgCy^2 + 2NaCy + HgCl^2$ absorberait $-34^{Cal},1$ dans l'état dissous, quantité qui devrait être compensée par la formation du cyanure double $HgCy^2 2NaCy$ soit $+13^{Cal},4$ et par son union avec $HgCl^2$ qui devrait alors dégager $+22^{Cal},0$. Ce qui est en contradiction avec tous les faits observés par M. Berthelot, au cours de ses recherches sur les sels doubles. On arrive à des résultats identiques avec les autres chlorocyanures. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermiques sur l'acide cyanurique.* Note de M. **Paul Lemoult**.

« J'ai entrepris l'étude thermochimique de l'acide cyanurique, composé fort important en raison de sa constitution d'acide amidé tribasique et de ses rapports avec le cyanogène, les amides et les uréides. La présente Note est consacrée aux chaleurs de formation et de dissolution de l'acide anhydre $C^3Az^3O^3H^3$ et de l'acide hydraté $C^3Az^3O^3H^3 + 2H^2O$ que j'ai employés à l'état cristallisé, et à la chaleur de neutralisation de l'acide dissous. Dans l'examen de ce cas, j'ai rencontré quelques difficultés : les auteurs qui s'en sont occupés considèrent cet acide comme soluble dans l'eau à raison de 40^{gr} par litre; ce nombre est trop élevé, j'ai constaté qu'à 8° l'eau dissout environ $1^{gr},5$ d'acide par litre et cette solubilité croît lentement avec la température. Cette différence est due à des phénomènes de sursaturation faciles à observer. J'ai employé des solutions titrées par pesées, contenant $1^{gr},07$ d'acide par litre (1 molécule $= 120^{lit}$).

» *Chaleur de combustion et de formation de l'acide anhydre.* — Voici les résultats obtenus par combustion, dans la bombe calorimétrique, en présence d'une dose convenable de camphre :

$1714^{Cal},32$, $1716^{Cal},35$, $1716^{Cal},85$

par gramme, soit, en moyenne,

$$1715^{Cal},85 \quad \text{ou} \quad 221^{Cal},34$$

par molécule.

» Donc

$$C^3 + Az^3 + O^3 + H^3 = C^3Az^3O^3H^3_{sol.} + 165^{Cal},06.$$

» *Chaleur de dissolution de l'acide anhydre; chaleur de dissolution et de formation de l'acide hydraté.* — J'ai déterminé ces quantités : 1° En dissolvant à 15° environ $0^{gr},5375$ d'acide anhydre dans 250^{cc} de soude ($NaOH = 2^{lit}$), ce qui dégage $8^{Cal},19$ par molécule et en étendant la liqueur de 500^{cc} d'eau, ce qui dégage $1^{Cal},21$, soit en tout $9^{Cal},4$; 2° en dissolvant une quantité correspondante d'acide hydraté dans 250^{cc} de soude, ce qui dégage $4^{Cal},51$; 3° en neutralisant par 250^{cc} de soude, 500^{cc} d'acide cyanurique préalablement dissous, ce qui dégage $12^{Cal},6$. La comparaison des expériences 1° et 3° montre que la chaleur de dissolution dans l'eau de l'acide anhydre est $-3^{Cal},2$. La différence entre les dégagements de chaleur observés dans les expériences 1° et 2° est $+3^{Cal},68$ et le phénomène chimique correspondant se traduit par l'équation

$$C^3Az^3O^3H^3_{sol.} + 2H^2O_{sol.} = [C^3Az^3O^3H^3, 2H^2O]_{sol.} + 0^{Cal},88.$$

» La chaleur de formation de l'acide hydraté à partir de ses éléments et de l'eau solide est $165^{Cal},9$; cela explique sa facile transformation en acide anhydre.

» Quant à sa chaleur de dissolution, elle est $-6^{Cal},88$ par molécule.

» *Chaleur de neutralisation de l'acide dissous.* — L'acide cyanurique est un acide faible, le méthylorange prend avec lui la teinte jaune que lui donnent les alcalis; néanmoins, sa solution décolore la phtaléine, rougit le tournesol et n'altère pas le bleu CBBBB; ces réactifs ne donnent pas de virages bien nets quand on ajoute un alcali, par exemple la soude, sauf la phtaléine qui passe au violet aussitôt après la formation du sel monosodique et qui peut être utilisée dans des dosages approchés.

» A ce terme, le tournesol a pris une teinte violacée qui devient franchement bleue avant l'addition complète de la deuxième molécule. Jusqu'alors la couleur du bleu CBBBB avait persisté; mais elle disparaît après la formation du sel disodique.

» J'ai précisé ces notions par l'évaluation thermique des trois basicités de l'acide; les données qui vont suivre résultent de variations thermométriques très faibles en raison de la grande dilution des liqueurs; mais elles sont les moyennes d'expériences concordantes.

» I. *Acide cyanurique* ($1 \text{ mol} = 120^{lit}$) *et soude* ($NaOH = 2^{lit}$).

			Cal	Cal	
1re addition de	$\frac{1}{2}$	NaOH	3,86	6,78	Total : $12^{Cal},82$
2e »	$\frac{1}{2}$	»	2,92		
3e »	$\frac{1}{2}$	»	2,20	4,32	
4e »	$\frac{1}{2}$	»	2,12		
5e »	$\frac{1}{2}$	»	1,22	1,72	
6e »	$\frac{1}{2}$	»	0,70		

Addition de 1 mol. NaOH.................. $0^{Cal},3$

de nouvelles additions ne produisent aucun effet thermique sensible.

» La détermination, en une seule fois, de chaque basicité donne :

$NaOH = 2^{lit}$	1re addition de $1\,NaOH$	$6^{Cal},74$	Total : $12^{Cal},6$
	2e »	$4,12$	
	3e »	$1,74$	
	4e »	nombres variant entre $0^{Cal},15$ et $0^{Cal},5$	

» D'ailleurs, la combinaison complète de l'acide et de la soude dégage, même si la soude est en excès, $12^{Cal},6$ par molécule.

» Une solution de cyanurate monosodique neutralisée par la soude donne les mêmes résultats, soit

$4^{Cal},22$ pour la 1re molécule, $1^{Cal},9$ pour la 2e molécule ;

ce sel, plus soluble que l'acide, permet d'opérer en liqueurs plus concentrées correspondant à $C^3Az^3O^3H^3 = 30^{lit}$. Ces expériences montrent que le sel monosodique, formé dans la liqueur même, possède immédiatement la même capacité de saturation que le même sel cristallisé puis dissous.

» II. *Acide cyanurique* (1 mol. $= 120^{lit}$) *et potasse* ($KOH = 2^{lit}$).

1re addition de $1\,KOH$	$6^{Cal},8$	Total : $13^{Cal},0$
2e »	$4,2$	
3e »	$2,0$	
4e »	$0,4$	

» Ces résultats, tout à fait comparables à ceux qu'on obtient avec la soude, sont confirmés par ceux que donnent : 1° la neutralisation complète par la potasse même en excès ($12^{Cal},8$) ; 2° la neutralisation à partir du cyanurate monopotassique dissous (1 mol. $= 30^{lit}$), qui donne $4^{Cal},3$ à la 1re molécule, $1^{Cal},9$ à la seconde ; 3° la neutralisation du sel dipotassique dissous ($2^{Cal},1$).

» *Acide cyanurique avec soude et potasse réunies.* — La formation des sels par plusieurs bases unies à une même molécule d'acide étant considérée comme caractérisant les acides polybasiques, j'ai tenté avec succès, sur l'acide cyanurique, des expériences de ce genre ; voici, entre autres, les résultats obtenus en ajoutant de la potasse à une solution de cyanurate monosodique (1 mol $= 30^{lit}$).

$4^{Cal},1$ à la 1re molécule, $2^{Cal},0$ à la 2e, $0^{Cal},2$ à la 3e,

puis au delà, aucun effet thermique.

» *Acide cyanurique et ammoniaque.* — Les résultats observés diffèrent beaucoup des précédents et sont particulièrement intéressants, à cause de l'analogie qu'ils présentent avec ceux qu'on observe sur l'acide phosphorique.

1re addition d'une molécule de AzH^3	$6^{Cal},1$
2e »	$1,65$
3e »	$1,0$

au delà, il ne se produit aucun effet thermique sensible.

» La neutralisation, à partir des monosels de K et de Na dissous, ne dégage que très

peu de chaleur : $0^{Cal},55$ à la 1re molécule, et $0^{Cal},3$ à la 2e, comme si la base déjà fixée protégeait l'acide contre l'action de l'ammoniaque. Et cependant, l'acide partiellement neutralisé a conservé intacte son aptitude à se combiner aux alcalis fixes ; les liqueurs ammoniacales traitées par la soude ont donné un dégagement de $+4^{Cal},15$ à la 1re molécule, et de $1^{Cal},67$ à la 2e, comme si elles n'avaient pas contenu d'ammoniaque.

» Tous ces résultats sont relatifs à la neutralisation immédiate des liqueurs acides ; si, après les avoir neutralisées complètement, on les abandonne pendant quelque temps, elles sont susceptibles de donner, avec les alcalis, de nouveaux dégagements de chaleur, attribuables à un phénomène de décomposition lente avec mise en liberté d'ammoniaque ; je reviendrai sur cette circonstance, qui ne paraît pas avoir d'influence sur la chaleur de neutralisation de l'acide récemment dissous dans l'eau.

» Les résultats précédents permettent d'établir l'équation

$$C^3 + Az^3 + O^3 + K^3 + Aq = C^3Az^3O^3K^3 \text{ diss.} \ldots\ldots \quad 318^{Cal},3$$

d'autre part,

$$3\,C + 3\,Az + 3\,O + 3\,K + Aq = 3\,CAzOC \text{ diss.} \ldots\ldots \quad 397^{Cal},1$$

Si l'on imagine qu'on arrive au même état final, on voit que la chaleur dégagée par trois molécules de cyanate de K dissoutes, se transformant en leur isomère dissous, est $(318,3 - 271,3)\ 27^{Cal}$.

» On a vu que les trois molécules de base, successivement unies à l'acide, le sont à des titres différents ; l'acide cyanurique est donc, comme l'acide phosphorique, un acide mixte ; les analogies que ces deux acides présentent dans leurs rapports avec l'ammoniaque sont tout à fait frappantes et pourraient peut-être servir à préciser l'expression « acide mixte ».

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de combustion de quelques éthers β-cétoniques.* Note de M. J. Guinchant.

« La mesure des chaleurs de combustion a acquis, avec l'emploi de la bombe calorimétrique de M. Berthelot, une précision assez grande pour permettre d'établir entre les composés organiques un certain nombre de relations intéressantes. Les nombreux travaux de M. Berthelot ont montré que les isomères à fonctions chimiques différentes ont généralement aussi des chaleurs de combustion notablement différentes : lorsque l'un de ces

isomères possède une fonction acide-carboxyle, il présente toujours une chaleur de combustion inférieure à celle de son isomère neutre, sa formation à partir des éléments exige un excès d'énergie. Ainsi la chaleur de combustion de l'acide butyrique est inférieure de $24^{Cal},2$ à celle de son isomère l'aldol; celle de l'acide diphénylacétique, inférieure de $20^{Cal},0$ à celle de la benzoïne; MM. Berthelot et Rivals ont montré récemment que la chaleur de combustion de l'aldéhyde salicylique surpassait de $37^{Cal},7$ celle de l'acide benzoïque son isomère.

» Il était intéressant de rechercher si le même fait se rencontre dans les acides qui ne renferment pas le groupement carboxyle, en particulier dans les acides méthéniques et méthiniques, dont quelques-uns sont, au point de vue de leurs chaleurs de neutralisation comme au point de vue de leur conductibilité, notablement plus forts que les acides précédents. Malheureusement les isomères neutres de ces dérivés sont généralement inconnus et la comparaison directe devient impossible. Il me semble cependant que l'on peut tirer quelque indication des remarques suivantes.

» Ces dérivés acides peuvent être considérés comme résultant de la substitution d'un radical acide à un atome d'hydrogène lié à un C dans un composé généralement neutre, et cette substitution correspond à un accroissement de la chaleur de combustion donné par l'expérience. Nous pouvons, d'autre part, trouver des dérivés neutres résultant de la même substitution : si elle donne lieu, dans ceux-ci, à un accroissement à peu près constant de la chaleur de combustion, nous pouvons admettre que cet accroissement constant se produirait encore pour l'isomère neutre inconnu du dérivé acide. La comparaison de l'accroissement expérimental à cet accroissement constant montrera si la formation de l'acide correspond à un surcroît d'énergie.

» Comparons d'abord les composés renfermant un groupe acétyle. On trouve que les acétones $CH^3 - CO - R$ ont une chaleur de combustion surpassant d'environ 225^{Cal} celle des carbures $H - R$; par exemple, la chaleur de combustion de l'acétone (vap.) surpasse celle du méthane (gaz) de $223^{Cal},7$; celle de l'acétophénone (liq.) surpasse celle de la benzine (liq.) de $225^{Cal},4$.

» Admettons qu'en général la substitution $H + CH^3.CO$ élève la chaleur de combustion de 225^{Cal} dans les composés neutres, et cherchons ce qu'elle produit dans les dérivés méthéniques.

» Un seul de ces dérivés a été étudié. M. Louguinine a trouvé pour chaleur de combustion de l'acétylacétate d'éthyle $753^{Cal},6$; la chaleur de com-

bustion de l'acétate d'éthyle étant $553^{Cal},8$ on voit que la différence n'est plus que $199^{Cal},8$.

» J'ai brûlé dans la bombe calorimétrique, modifiée par M. Mahler, un certain nombre de composés analogues. Je désignerai par Q la moyenne des chaleurs de combustion trouvées pour 1^{gr} de substance :

Corps brûlés.	Q.	Poids. moléculaire.	Chaleur de combustion moléculaire. à volume constant.	à pression constante.	Chaleur de formation.
Acétylacétone	6,158	100	615,8	616,3	131,2
Cyanacétate de méthyle	4,769	99	472,1	471,9	77,8
Acétylcyanacétate de méthyle	4,862	141	685,5	685,3	122,0
Cyanacétate d'éthyle	5,571	113	629,5	629,7	83,3
Acétylcyanacétate d'éthyle	5,399	155	836,8	837,0	133,6
Malonate de méthyle	4,186	132	552,5	552,5	195,0
Acétylmalonate de méthyle	4,329	174	753,2	753,2	251,9
Diacétylacétate d'éthyle	5,651	172	971,9	972,4	196,0
Acétylacétate de méthyle	5,118	116	593,6	594,0	153,5

» Si l'on cherche l'accroissement de la chaleur de combustion produit par la substitution de $CH^3.CO$- à H, on trouve les différences suivantes :

Entre l'acétylacétone et l'acétone	192,3
» l'acétylcyanacétate de méthyle et le cyanacétate de méthyle	213,4
» l'acétylcyanacétate d'éthyle et le cyanacétate d'éthyle	207,3
» l'acétylmalonate de méthyle et le malonate de méthyle	200,7
» le dyacétylacétate d'éthyle et l'acétylacétate d'éthyle	218,8
» l'acétylacétate de méthyle et l'acétate de méthyle	198,8

Ces différences sont toujours plus petites que 225^{Cal}, correspondant à la substitution dans les dérivés neutres, et elles s'en éloignent d'autant plus que le corps dans lequel a lieu la substitution est lui-même plus neutre. La formation de ces dérivés acides à partir des éléments a donc lieu comme pour les acides carboxylés avec un excès de dépense d'énergie. Ce fait peut être attribué à la transformation du groupe acétyle $CH^3.CO$ en groupe énolique $CH^2:COH$, comme semblent l'indiquer les travaux de MM. Brühl, Haller, Nef, Perkin.

» Il est intéressant de comparer les chaleurs de combustion des corps précédents à celles de quelques-uns de leurs isomères acides carboxylés.

	Chaleur de combustion.
L'acétylacétone a pour isomères l'acide angélique	$635^{cal},1$
» » et l'acide tiglique	626,6

sa chaleur de combustion, $616^{Cal},3$, est donc *inférieure* à celle de ces acides carboxylés. Ce fait est d'accord avec la remarque de M. Stohmann ([1]), que les acides isomériques sont rangés par leur chaleur de combustion dans le même ordre que par leur conductibilité.

» La malonate de méthyle est isomère de l'acide glutarique et de l'acide diméthylmalonique dont les chaleurs de combustion sont environ de 515^{Cal}, inférieures, par conséquent, à celles de l'éther, $552^{Cal},5$, conformément à la règle générale énoncée par MM. Berthelot et Rivals ([2]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Détermination de la chaleur dégagée dans la fermentation alcoolique.* Note de M. **A. Bouffard.**

» L'obstacle apporté à la vinification des pays chauds, par les hautes températures de fermentation et la réfrigération de cette fermentation, constituent actuellement un des problèmes les plus importants de l'œnologie. Sa solution exige d'abord la détermination de la quantité de chaleur dégagée dans la fermentation alcoolique.

» Déjà en appliquant à l'équation bien connue de Gay-Lussac les chaleurs de formation déterminées par Fabre et Silbermann, on trouve

$$C^6H^{12}O^6 \text{ dis.} = 2C^2H^6O \text{ dis.} + 2CO^2 \text{ gaz} - 265 + 2(74 + 94) = +71^{Cal}.$$

» Plus récemment les chaleurs de combustion, corrigées par M. Berthelot (1895), conduisent à un résultat tout différent.

$$-300,4 + 2(72,4 + 94,3) = +33^{Cal}.$$

» Pour plus d'exactitude, il conviendrait de prendre l'équation pondérale donnée par M. Pasteur. D'après celle-ci, la molécule de sucre, 180^{gr}, se décomposerait de la manière suivante :

» 1° $171^{gr},7$ en alcool anhydride carbonique, dégageant $31^{Cal},47$.

» 2° $8^{gr},3$ en glycérine, acide succinique, acide carbonique, suivant la formule

$$98(C^6H^{12}O^6) + 60H^{20} = 24C^4H^6O^4 + 144C^2H^8O^3 + 60CO^2,$$

dégageant $0^{Cal},60$.

» Soit au total, pour la fermentation de la molécule sucrée, $32^{Cal},07$.

([1]) *Journ. f. prakt. Chem.*, p. 988; 1894.

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Haller, à la Faculté des Sciences de Nancy.

» Sans mettre en doute la valeur de cette détermination indirecte, on conçoit l'intérêt que peut présenter une mesure faite sur la fermentation elle-même. Tel est le but de cette Note.

» La méthode expérimentale que nous avons suivie a consisté à déterminer, dans le calorimètre Berthelot : d'une part, la quantité de chaleur dégagée; d'autre part, la quantité de sucre décomposée dans le même temps.

» La difficulté était d'avoir une fermentation assez active pour obtenir, dans un temps relativement court, une élévation de température suffisante. Les milieux artificiels nous ayant donné une fermentation trop lente, nous avons opéré avec du moût de raisin, renfermant environ 130^{gr} de sucre par litre, additionné de 1^{gr} de phosphate d'ammoniaque et ensemencé avec des levures pures et actives. Dans ces conditions, à la température de 23°, la disparition du sucre s'est élevée de 8^{gr} à 10^{gr} en deux heures, alors que l'excès de température a varié de 1° environ.

» Le moût, environ 1^{lit}, était logé dans une bouteille cylindrique en fer-blanc de 1200^{cc}. Un agitateur à palettes, auquel est fixé le thermomètre calorimétrique, permettait de mélanger les diverses couches de liquide avant l'observation. Au bout de seize heures, après avoir constaté par la perte de poids que la fermentation est assez active, on a commencé l'expérience en pesant la bouteille et en plaçant tout le système dans le calorimètre muni d'une double enceinte; tous deux sont fermés par un double couvercle, laissant passer l'agitateur et le thermomètre. Un tube en verre en T, fixé par un caoutchouc à la tubulure de la bouteille, laisse écouler l'acide carbonique hors du calorimètre.

» La marche du thermomètre est notée pendant deux heures, de cinq en cinq minutes, en agitant au préalable le liquide.

» La correction de refroidissement ne pouvant être effectuée par la méthode ordinaire, nous avons placé, à côté du premier calorimètre, un autre tout semblable renfermant, avec le même dispositif, une bouteille en fer-blanc contenant le même volume d'eau et d'alcool à 3°.

» Le thermomètre de ce second calorimètre était observé de la même façon, de cinq minutes en cinq minutes, en maintenant, par une addition d'eau chaude, un écart maximum de deux à trois dixièmes de degré. Les abaissements de température totalisés ont été ajoutés à l'excès de température de la fermentation; cette correction a varié de 0°,15 à 0°,27.

» On a déterminé la chaleur spécifique du moût après l'expérience (0,91 à 0,93) ainsi que celle du fer-blanc (0,11).

» Le poids des corps du système, moût, bouteille-thermomètre, réduit en eau, multiplié par l'excès de température corrigée, a donné la quantité de chaleur gagnée.

» A ce premier résultat nous avons ajouté la chaleur emportée par la vapeur d'eau alcoolique entraînée par le gaz carbonique, en recuillant cette eau provenant d'une

seconde fermentation identique, dans un tube à dessécher. L'augmentation de poids multipliée par la chaleur latente de vaporisation $0^{Cal},16$ a donné pour cette correction $0^{Cal},02$ à $0^{Cal},05$.

» Comme troisième et dernière correction, nous avons tenu compte de la chaleur enlevée par l'anhydride carbonique à la température de 24°. Soit : $0^{Cal},01$ à $0^{Cal},02$.

» Pour le dosage du sucre disparu, la liqueur cupro-potassique n'étant point assez sensible nous avons préféré le déduire de la quantité d'anhydride carbonique dégagé.

» Une demi-heure avant la pesée initiale, on a agité le liquide de cinq en cinq minutes, pour que la quantité de gaz carbonique en dissolution soit la même au commencement et à la fin de l'expérience. Une correction relative à la durée des deux pesées a été effectuée, pour qu'il y ait correspondance entre la durée exacte de l'observation thermométrique et celle de la décomposition du sucre.

» Le poids d'acide carbonique ainsi trouvé et multiplié par le facteur $\frac{105,65}{46}$ donné par M. Pasteur représentait un poids de sucre décomposé variant de $8^{gr},6$ à $10^{gr},36$ en deux heures.

» Enfin, connaissant le nombre de calories dégagées ($1^{Cal},239$ à $1^{Cal},355$) et la quantité de sucre fermenté dans le même temps, on a facilement calculé la chaleur provenant de la molécule de sucre.

» Le Tableau suivant, comprenant quatre expériences, montre la valeur de ces observations. L'expérience (3) a duré une heure et n'a point comporté de correction de refroidissement; les autres essais ont duré deux heures.

	(1).	(2).	(3).	(4).
Excès de température de la fermentation	0,84	1,105	0,62	0,91
Correction due au refroidissement	0,27	0,155	»	0,225
Chaleur gagnée par le moût et les appareils	1,090	1,283	0,653	1,168
Calories enlevées par l'évaporation	0,036	0,048	0,024	0,050
Calories enlevées par CO^2	0,020	0,024	0,012	0,021
Calories totales	1,1338	1,355	0,689	1,239
Glucose disparue	8,6	10,36	5,24	9,503
Calories correspondant à la fermentation de 180^{gr} de glucose	23,7	23,5	23,6	23,4

» La moyenne de ces quatre expériences conduit à une moyenne de $23^{Cal},5$ pour 180^{gr} de sucre. Ce résultat, bien que se rapprochant du nombre calculé plus haut 32,07, en diffère encore sensiblement. Il y aura lieu,

comme nous nous proposons de le faire, de rechercher si la cause de cette divergence provient de ce mode opératoire.

» En résumé, cette détermination directe montre que la chaleur dégagée est comprise entre 24^{Cal} et 32^{Cal}; il ne faut plus compter, dans la construction des réfrigérants, sur 71^{Cal}. Des appareils d'une puissance réfrigérante modérée, utilisant, par exemple, 1^{vol} d'eau égal à la moitié ou au volume total du moût à refroidir, pourront suffire dans la plupart des cas pour améliorer considérablement la vinification des pays chauds. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la gomme des vins.* Note de MM. **G. Nivière** et **A. Hubert**. (Extrait.)

« La plupart des composants du vin ont été étudiés d'une façon très complète; il en est un qui a été un peu abandonné, en raison, sans doute, des difficultés que présentait cette étude : nous voulons parler de la gomme des vins. Parmi les quelques auteurs qui s'en sont occupés, il faut citer M. Pasteur et M. Béchamp qui ont étudié quelques-unes de ses propriétés, mais sans indiquer sa constitution, ni les caractères qui la différencient des autres gommes. Les recherches que nous avons entreprises à ce sujet sont encore bien rudimentaires; la Note actuelle a surtout pour objet de nous permettre de prendre date.

» Plusieurs auteurs, parmi lesquels M. Pasteur et M. Béchamp, ont remarqué que la gomme contenue dans les vins naturels était du même genre que la gomme arabique; cependant il résulte de nos observations qu'il existe une différence bien tranchée entre ces deux corps. En effet, tandis que la gomme arabique ne donne que 35 pour 100 environ d'acide mucique lorsqu'on l'oxyde au moyen de l'acide azotique, la gomme du vin en fournit de 70 à 75 pour 100. En outre, lorsqu'on fait bouillir la gomme du vin avec de l'acide sulfurique étendu, elle ne donne pas d'arabinose; mais elle se transforme en galactose, et les agents réducteurs la changent en dulcite; tandis que, chauffée avec de l'acide sulfurique dilué, la gomme arabique donne de l'arabinose et, avec les réducteurs, de l'arabite.

» Quant à la constitution de la gomme du vin, d'après nos observations et nos expériences, cette gomme doit être formée de *n* molécules de galactose soudées ensemble par élimination d'eau, de même que la dextrine est formée de *n* molécules de glucose réunies après élimination d'eau.

» La gomme des vins partage avec la dextrine les propriétés suivantes :

solubilité dans l'eau, précipitation par l'alcool; toutes deux donnent, avec les sels des métaux alcalino-terreux et les sels métalliques en solution alcoolique, des précipités insolubles dans l'alcool, mais solubles dans l'eau; toutes deux également dissolvent le phosphate de chaux.

» Mais, d'autre part, la gomme des vins et la dextrine diffèrent en plusieurs points : La déviation polarimétrique est plus faible pour la première que pour la seconde (dextrine : + 223; gomme de vin : + 23). De plus, ainsi que l'a constaté M. Gauthier, la gomme de vin précipite par le chlorure de fer additionné de carbonate de chaux, en présence d'alcool très étendu ; la dextrine ne donne pas cette réaction.

» On pourrait objecter maintenant que, tout en admettant l'analogie de constitution de la gomme du vin et de la dextrine, nous n'avons aucune raison de croire que le galactose soit pour quelque chose dans la formation du premier des deux corps. A cela nous répondrons que la formation d'acide mucique par oxydation indique suffisamment la présence de noyaux galactoniques. En outre, la propriété de la gomme du vin, d'être précipitée par les persels de fer, lui est commune avec l'acide mucique qui dérive du galactose.

» Cette gomme se rapproche beaucoup, par ses propriétés, de la pectine découverte par Fremy, mais de la pectine qui s'oxyde à l'état d'acide mucique, c'est-à-dire celle qui contient le plus de carbone; l'autre est l'acide gummique que Scheibler appelle *pectine* et qui ne se transforme pas en acide mucique, différence que l'on n'avait pas remarquée jusqu'à ces dernières années.

» Nous pouvons, dès maintenant, établir que la dextrine (érithrodextrine, acrodextrine) est au glucose ce que la pectine (donnant de l'acide mucique) ou la gomme des vins est au galactose [1].

» Il nous paraît, d'ailleurs, indispensable d'ajouter que les vins peuvent contenir deux sortes de gommes :

» 1° Celle qui préexiste dans le raisin et que l'on retrouve dans un vin normal; c'est celle que nous venons d'étudier et qui est composée surtout de pectine [2];

---

[1] La gomme sur laquelle nous avons fait nos expériences a été extraite de vin rouge d'Aramon, par le procédé Reboul; cette gomme a été ensuite purifiée par plusieurs précipitations par l'alcool.

[2] Le mucilage de Vauquelin, l'œnanthine de Fauré, ont une grande analogie avec cette gomme; nous n'osons pas encore dire qu'elles sont identiques, car nous n'avons opéré que sur la gomme provenant d'un vin d'Aramon.

» 2° Celle qui se forme par réduction des sucres à la suite d'une mauvaise fermentation (fermentation muconique). C'est cette seconde espèce de gomme que Maumené mentionne dans son *Traité du travail des vins*, où il lui donne le nom de *viscose*. Elle précipite avec l'acétate de plomb et existe à côté de la mannite, ce qui indiquerait bien qu'elle est formée par la réduction des sucres; car, si c'était la gomme du vin qui était réduite, on trouverait de la dulcite au lieu de mannite. M. Desffosses, qui l'a étudiée, a remarqué qu'elle donnait, par oxydation, de l'acide oxalique, sans acide mucique; c'est ce que nous avions déjà mentionné plus haut; nous pensons que cette viscose doit provenir de la condensation de n molécules de lévulose avec élimination d'eau.

» Ceci pourrait servir à déceler le vin de raisins secs, ou plutôt donnerait un indice de plus dans cette question si délicate; aussi est-il bon d'ajouter que certains vins d'Algérie et de France, ayant mal fermenté, donneraient également les mêmes réactions. On pourrait prendre la déviation polarimétrique du vin à examiner, puis précipiter les gommes de la première catégorie par le chlorure ferrique. On mesurerait alors une seconde fois la déviation polarimétrique.

» On pourrait également doser la gomme naturelle du vin, en la transformant en mucate de fer que l'on calcinerait; on pèserait l'oxyde de fer formé, ou on le doserait par un des procédés connus.

» Les résultats obtenus pourraient, dans certains cas, être très utiles. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la migration du phosphate de chaux dans les plantes*. Note de M. L. VAUDIN.

« I. Les recherches que j'ai publiées récemment (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 785; *Ann. Inst. Pasteur*, 1894) m'ont permis d'établir que le phosphate de chaux du lait est maintenu en dissolution au moyen des citrates alcalins et de la lactose que cette sécrétion contient.

» J'ai pensé que des phénomènes du même ordre devaient se produire au moment du transport des matières minérales chez les végétaux, soit de la plante vers la graine au moment de la formation de cette dernière, soit aussi du grain vers la jeune pousse pendant les premiers temps de la vie de la plante.

» Pour vérifier l'exactitude de cette assertion, j'ai cherché la nature des sels organiques qui existent à côté des sucres aux différentes époques de

la végétation; c'est le résumé de ces expériences (*Ann. Inst. Pasteur*, août 1895) que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» II. Les opérations effectuées ont porté sur des plantes appartenant à différentes familles et, en particulier, sur le Blé.

» Si l'on analyse la graine au moment de la récolte, on voit qu'elle renferme peu de produits solubles dans l'eau : $56^{gr},57$ pour 100^{gr} de blé séché à 100°, dont 16^{gr} de sucre, $9^{gr},28$ de cendres, etc.; elle contient des traces d'*acide succinique*.

» Pendant la période de la végétation, comprise entre la germination et la formation de l'épi, on ne trouve plus d'acide succinique; l'analyse permet de déceler de l'*acide malique* et, lorsque les phénomènes de transport sont le plus apparents, on remarque que les éléments solubles dans l'eau ont beaucoup augmenté; j'ai trouvé, dans une expérience, 184^{gr} pour 1000^{gr} de plante séchée à 100°, dont 108^{gr} de sucre, $28^{gr},28$ de cendres, etc.

» Au moment de la maturation de la graine, quand son contenu est encore lactescent, on peut en isoler de l'*acide malique* et de l'*acide succinique*.

» III. J'ai indiqué dans une précédente étude (*Ann. Inst. Pasteur*, déc. 1894) que les sucres en présence des malates peuvent maintenir en dissolution le phosphate de chaux; les succinates ne possèdent pas la même propriété. Ces données, jointes aux résultats fournis par les analyses rapportées ci-dessus, nous permettent d'expliquer dans quelles conditions s'effectue la migration du phosphate de chaux dans le blé et son dépôt dans la graine.

» Les sucres élaborés par les organes foliacés, en se dirigeant vers l'épi avec les phosphates et les malates alcalins, entraînent avec eux les phosphates insolubles; au fur et à mesure de leur transformation en amidon, le phosphate de chaux se dépose; en même temps, les malates sont détruits en presque totalité, une partie seulement persiste à l'état de succinates dans la graine. Pendant la germination de cette dernière, et les premiers temps de la vie de la plante, des phénomènes d'un ordre inverse s'accomplissent, l'amidon se transforme en sucre, et l'on constate à nouveau la présence des malates; ce sont eux qui, avec les sucres formés, transportent vers la jeune pousse les phosphates en réserve dans la graine.

» Des phénomènes semblables se produisent, sans aucun doute, chez les plantes dont les graines renferment de l'amidon; les sucres, les sels à acides organiques fixes, malates, citrates, etc., qui concourent à ce trans-

port peuvent varier, mais le fait reste le même, et semble avoir un caractère général en physiologie végétale. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Origine et rôle du noyau, dans la formation des spores et dans l'acte de la fécondation, chez les Urédinées.* Note de M. **Sappin-Trouffy.**

« Cette Note a pour objet de fixer l'origine et le rôle du noyau, dans la formation des spores et dans l'acte de la fécondation, chez les Urédinées. Les résultats auxquels j'arrive diffèrent notablement, comme on pourra le voir, de ceux qui sont consignés dans un travail récent de MM. Poirault et Raciborsky (1).

» Les cellules du mycélium ont un ou deux noyaux par cellule; les cellules hyméniales, qui donnent naissance aux téleutospores, renferment normalement deux noyaux, qui procèdent par division du noyau de l'article terminal du filament générateur : ces noyaux sont donc frères. Au moment de la formation de la téleutospore (*Puccinie*), la cellule hyméniale produit à sa surface une papille et les noyaux, qui jusqu'ici occupaient une position indéterminée, se placent côte à côte dans le même plan horizontal, pour se diviser simultanément chacun en deux autres.

» La première phase de cette division est marquée par une élongation des noyaux, suivant le grand axe de la cellule et par la disparition des membranes nucléaires. Alors la substance chromatique de chaque noyau, devenue libre, prend d'abord la forme d'un croissant autour du nucléole; puis le noyau s'allonge suivant le grand axe de la cellule, et les nucléoles, que nous allons pouvoir suivre jusqu'à la fin de la division, deviennent entièrement libres dans le protoplasma. Les deux masses chromatiques s'allongent progressivement et leur scission a lieu suivant l'équateur. L'étirement continuant entre les deux pôles, il arrive un moment où les deux moitiés de chaque masse chromatique ne sont plus reliées que par de très fins trabécules qui finissent par se rompre. Finalement, on trouve, à chacun des pôles, deux masses chromatiques indépendantes et piriformes, dont la pointe est tournée vers l'équateur. Il apparaît ensuite, à la périphérie de chacune d'elles, une membrane nucléaire, et, dans les mailles du réseau

(1) *Les phénomènes de karyokinèse chez les Urédinées* (*Comptes rendus,* 15 juillet 1895).

chromatique, un nouveau nucléole. On a ainsi quatre noyaux cousins au premier degré, dont les deux supérieurs s'engagent dans la papille, qu'une cloison transversale isole, et les deux inférieurs restent dans la cellule hyméniale. Chacun des noyaux de la papille subit une nouvelle bipartition, accompagnée d'une formation de cloison délimitant le pédicelle de la spore : spore et pédicelle ont donc chacun deux noyaux cousins au deuxième degré. Les deux noyaux de la spore subissent une dernière bipartition, pendant qu'une cloison médiane se forme au milieu. Toutes ces divisions se produisent perpendiculairement à l'axe et suivant le mode que nous venons d'indiquer. Les deux cellules de la téleutospore ont donc finalement deux noyaux cousins au troisième degré : ce sont ces noyaux, ainsi différenciés par un certain nombre de générations, qui vont se fusionner pour former l'œuf.

» L'erreur commise par MM. Poirault et Raciborsky a donc son origine au point de départ : ils n'ont vu qu'un seul noyau où il en existe toujours normalement deux ; par suite, ils ont cru voir une bipartition du nucléole, ainsi que la séparation de la substance chromatique en deux chromasomes ; ils ont été entraînés également à admettre que les loges de la téleutospore ne renfermaient d'abord qu'un seul noyau.

» Quant à la fusion des noyaux, dont la téleutospore est le siège, elle se produit, dans tous les genres, de la manière que nous avons indiquée pour le *Gymnosparangium Sabinæ* (¹); après la fécondation, le noyau devient spongieux et le protoplasme resserre ses mailles.

» On remarque les mêmes phénomènes chez les autres Urédinées : *Uromyces*, *Gymnosporangium*, *Triphragmium*, *Phragnidium*, *Melampsora*, *Thecopsora*, *Cronartium* et *Caleosporium*. Les noyaux de ces diverses téleutospores ne diffèrent entre eux que par le nombre plus ou moins grand des générations qui les séparent du noyau commun primitif.

» L'œuf des huit premiers genres, que nous venons de citer, germe en un promycelium externe semblable à celui du *Gymnosporangium Sabinæ;* chez les *Coleosporium*, le promycelium au lieu d'être externe est interne : ici la téleutospore se comporte comme la baside de l'*Oreille de Judas*, où nous avons également remarqué la fusion de deux noyaux.

» Dans la spermogonie, la baside ne possède qu'un seul noyau, par conséquent on ne trouve qu'une seule masse chromatique, qui se divise comme nous venons de l'indiquer ; chaque spermatie, qui s'isole par étranglement, n'emporte qu'un seul noyau qui peut se diviser plus tard.

(¹) *Le Botaniste*, 3e série, 1893.

» En ce qui concerne l'écidiospore, le mode de division des noyaux est identique à celui qui vient d'être décrit pour la téleutospore. Dans les basides, on trouve normalement deux noyaux qui se divisent simultanément et perpendiculairement à l'axe; les deux supérieurs s'isolent à l'aide d'une cloison dans une cellule terminale, les deux autres restent dans la baside. Les noyaux de la cellule terminale se divisent une seconde fois, en même temps qu'une cloison oblique ou transversale les isole : les deux supérieurs dans une grande cellule, les deux inférieurs dans une petite cellule. La grande cellule donne l'écidiospore, et la petite la cellule intercalaire des auteurs. Les deux noyaux de l'écidiospore deviennent très gros et ne subissent aucune fusion, tandis que les noyaux de la cellule intercalaire deviennent très petits et finissent par disparaître.

» Enfin l'urédospore se développe par un procédé identique à celui de la téleutospore, excepté chez les *Caleosporium* où elle se développe comme une écidie : aucune fusion de noyaux ne s'y produit.

» L'urédospore et l'écidiospore germent en donnant un tube simple ou ramifié, dans lequel les deux noyaux subissent isolément chacun une bipartition [1]. »

M. **Delaurier** rappelle les progrès qu'il a réalisés, par l'emploi du bichromate de soude, dans la construction des piles.

La séance est levée à 4 heures. M. B.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Poitiers, sous la direction de M. Dangeard.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AOUT 1895,

PRÉSIDÉE PAR M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Truffes* (Terfâs) *de Chypre* (Terfezia Claveryi), *de Smyrne et de La Calle* (Terfezia Leonis); par M. **Ad. Chatin.**

« Cette Note se rapporte à des Truffes (*Terfâs*) que j'ai reçues au printemps dernier : de l'île de Chypre, envoi de M. Gennadius, ancien Directeur de l'Agriculture à Athènes; de Smyrne, envoi de M. Zaccharian, Inspecteur général de l'Agriculture en Turquie; de La Calle, où M. Adrien Chatin, Inspecteur adjoint des Forêts, les a récoltées dans le voisinage même de la ville.

» *Truffes de Chypre.* — M. Gennadius m'écrivait au commencement de février que, contrairement aux renseignements fournis l'année précédente à M. Hanotaux par le Ministre de France à Athènes, il existe bien sûrement des Truffes en Grèce, notamment dans la Thessalie restée libre et dans le Péloponèse, où souvent il en a fait sa nourriture.

» M. Gennadius ajoutait avoir l'assurance qu'il existe aussi des Truffes

dans l'île de Chypre, d'où il serait heureux de m'en adresser à l'occasion d'une mission qui l'y conduirait au printemps.

» Cette dernière partie des promesses de M. Gennadius est aujourd'hui fait accompli. L'éminent agronome, en m'adressant une belle Truffe du poids de 120^{gr}, m'écrit :

» Je vous envoie une Truffe que les paysans ici appellent ἴχνον. Je l'ai trouvée hier à l'Éparphie de Cythræa, près du village de Pseuda. J'étais accompagné d'un villageois expert (¹) sur les Truffes. On m'assure qu'il existe une autre espèce de Truffes (l'ἴχνα) ; j'espère vous l'envoyer.

» Larnaca, Chypre, le 4 avril 1895.

» Et le 29 avril, M. Gennadius m'adressait un nouveau tubercule, du poids de 130^{gr}, avec une lettre, datée de Nicosie, la capitale de l'île, lettre dont j'extrais ce qui suit :

» En revenant d'une inspection, j'ai trouvé ici un certain nombre de ce qu'on appelle ἴχνα ; ils m'avaient été apportés par une personne expérimentée, que j'avais chargée d'en rechercher.

» J'espère vous envoyer au printemps prochain des Truffes du Péloponèse.

» C'est Morphon, ville du nord-ouest de Chypre, qui est le district tubérifère par excellence. On y récolte souvent des Truffes de 200^{gr}; celles de 300^{gr} à 400^{gr} ne sont pas rares dans les années de grande abondance (²).

» A Morphon les indigènes reconnaissent la présence des Truffes à certains craquements caractéristiques du sol sableux.

» Contrairement aux espérances de M. Gennadius et aux miennes, l'ἴχνον de Morphon ne diffère pas de l'ἴχνα de l'Éparphie de Cythræa; les deux tubercules appartiennent à une seule et même espèce de *Terfezia* présentant les caractères suivants :

» Tubercules arrondis, munis à leur base d'un pied assez court;

» Périderme d'un blanc brunâtre, crevassé par places (peut-être accidentellement).

» Chair très ferme, homogène, d'un blanc bistré avec marbrures plus claires, odeur et saveur faibles, mais agréables.

» Sporanges arrondis, à court pédicule, et contenant 8 spores, parfois 6 seulement.

» Spores rondes, finement réticulées (mais non verruqueuses), à alvéoles peu profondes, très variables sur la même spore; diamètre de $0^{mm},22$ à $0^{mm},23$, soit un peu

---

(¹) Cet expert répond au Truffier du Périgord, au rabassier de la Provence et du Dauphiné.

(²) Sans doute, comme en Algérie, Maroc, Alep, etc., dans les années à hiver pluvieux.

plus petit que dans le *Terfezia Boudieri* ($0^{mm},20$ à $0^{mm},21$), espèce dont les spores portent d'ailleurs des verrues très appréciables.

» A ces caractères on reconnaît, tant dans l'ἴχνον que dans l'ἴχνα, le *Terfezia Claveryi*, espèce ubiquiste qui, d'abord envoyée à M. Clavery, Directeur des Consulats, par le Consul de France à Damas, région où il est associé à une variété du *Terfezia Boudieri*, a été retrouvée en Algérie depuis les hauts plateaux (Sétif, etc.) jusqu'au désert (Biskra, Ouargla, etc.), encore accompagné du *Boudieri*, ainsi que des *Tirmania Cambonii* et *africana*.

» L'analyse du sol de la terfazière, arénacé et de teinte ocracée, sera comprise dans un travail chimique d'ensemble. Quant à la plante nourrice, les échantillons joints à la terre n'étaient pas déterminables.

« *Truffes de Smyrne*. — M. Zacharian, Inspecteur de l'Agriculture turque, en m'adressant le 15 avril quelques spécimens de la Truffe du villayet de Smyrne, accompagnait son envoi des renseignements ci-après :

» Ayant fait dernièrement un assez long voyage dans l'intérieur des villayets limitrophes, j'ai appris que les Terfâs (dits ici *Doliman*) se trouvent en assez grande abondance du côté des villes de Bourdour, d'Isparta, près des villages de Caraquen, Djimbilli, Inar, Yachmakdji, sur les monts appelés *Sengud dagh* (signifie *mont Saule*). Il paraît qu'on en trouve aussi aux environs de Dinair (alias Guégi-Klein), ancien Cœlenne, point terminus du chemin de fer d'Aidin.

» Les indigènes disent que la récolte est plus abondante les années pluvieuses et lorsqu'il tonne souvent [1]. La plante nourrice (Doliman Ebesi, accoucheuse du Doliman) est toujours l'*Helianthemum guttatum*, aux jolis pétales jaunes marqués à leur base d'une tache brune.

» Les tubercules envoyés par M. Zaccharian ne diffèrent pas de ceux reçus de lui et du Consul de France les années précédentes. A leurs spores aux grosses papilles carrément tronquées, il est aisé de les rapporter au *Terfezia Leonis*, espèce qui, non signalée depuis Durieu de Maisonneuve et Tulasne, m'a été adressée cette année de points très divers.

» *Truffes de La Calle*. — En avril dernier, M. Adrien Chatin, Inspecteur adjoint des Forêts à La Calle, m'adressait des Truffes dites, dans le pays, *Terfâz* ou *Terfez*. La lettre, dont suit un extrait, accompagnait l'envoi :

» La Calle, 22 avril 1895.

» .... Je vous expédie quelques truffes que j'ai récoltées dimanche à 3^{km} de La Calle et à 300^{m} du lac Ouberia. J'y ai joint un peu de terre de la truffière, et quelques échantillons de la plante nourricière qui croît sur celle-ci.

---

(1) Les anciens auteurs grecs tenaient les Truffes pour engendrées par les pluies et le tonnerre.

» Les tubercules que M. Adrien Chatin m'a envoyés en grand nombre, sont arrondis ou figuiformes, avec un pied assez court; ils sont du poids de 15^{gr} à 30^{gr}.

» Le périderme en est lisse et brunâtre.

» La chair, ferme, blanchâtre avec teinte de rose-jaunâtre, est traversée par une marbrure plus claire que le fond; son odeur, d'abord non ou peu appréciable, se développe sensiblement à la cuisson et constitue alors un aliment assez agréable.

» Les sporanges, arrondis et à court caudicule, renferment huit spores du diamètre de $0^{mm},22$ à $0^{mm},26$ et relevées de ces grosses papilles tronquées si caractéristiques du *Terfezia Leonis* Tul., cette première espèce du genre non retrouvée depuis 1842, et qui cette année m'a été adressée à la fois d'Algérie, du Maroc, de Tunisie, de Turquie et de Sardaigne.

» Comme dans les pays ci-dessus énumérés, la plante nourricière du *Terfezia Leonis* n'est autre que l'*Helianthemum guttatum* des sables de la Flore parisienne (1).

» L'analyse du sol, sable ferrugineux, des terfazières de La Calle sera publiée ultérieurement. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. **Devivaise** adresse une Note relative à l'utilité de l'emploi de l'*aileron*, ou bourgeon anticipé de la vigne.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. G. **Nodel** adresse une Note relative à un appareil électrique destiné à prévenir les accidents sur les lignes de chemins de fer.

---

(1) Un jeune et distingué botaniste plein de zèle, M. Jeanpert, a déposé des germes du *Terfezia Leonis* sur quelques points des environs de Paris, où croît cet hélianthème; qu'en adviendra-t-il? En raison de la saison du développement, ici, de l'*Helianthemum guttatum*, le Terfâs parisien ne se montrerait qu'en été, non au printemps.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift (20 août 1895) faites à l'équatorial coudé* (0^m,32) *de l'observatoire de Lyon*, par M. G. Le Cadet. Note présentée par M. Tisserand.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates 1895.	Temps moyen de Paris.	Comète — Étoile. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log. fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Août 23..	10.36.7	+0.10,62	−13.57,4	20:20	0.34.1,03	9,529*n*	+5.46.25,1	0,772	1

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1895,0.

★.	Désignation.	α moy.	Réduction au jour.	δ moy.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1	BD + 5°87	0.33.47,14	+ 3,27	+6.0.15,0	+ 7,5	comp. à (2)
(2)	BD + 5.88	0.33.51,94	+ 3,27	+6.0.24,1	+ 7,5	BBVI + 5°88

» *Remarques.* — La comète apparaît comme une nébulosité très diffuse et très faible, à peu près également étendue dans toutes les directions. On peut, par vision oblique, distinguer une faible condensation à peu près centrale.

» On s'est servi du micromètre à gros fils sombres et du grossissement 150. L'observation a été interrompue par les nuages. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (322) *Phao, faites à l'Observatoire de Marseille (équatorial de* 0^m, *26 d'ouverture)*; par M. Borrelly.

Dates 1895.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	Δ℘.	Nombre de comp.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parall.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Août 6...	10. 4.31	−2.33,50	−4.34,2	7,7	20. 2.58,56	−$\bar{1}$,040	99. 4.32,2	−0,847	1
8...	9.42. 9	−4.12,09	−2.36,3	5,5	20. 1.19,97	−$\bar{1}$,126	99. 6.30,1	−0,846	2
9...	9. 7.36	−4.59,54	−1.32,6	5,5	20. 0.32,53	−$\bar{1}$,272	99. 7.33,7	−0,844	3
12...	8.59.15	+0.50,98	−8.31,3	6,6	19.58.13,63	−$\bar{1}$,248	99.11.11,4	−0,844	4
13...	9. 0.51	+0. 6,65	−7. 7,2	8,8	19.57.29,30	−$\bar{1}$,220	99.12.35,4	−0,845	5
14...	9. 9. 0	−0.36,45	−5.36,5	5,5	19.56.46,20	−$\bar{1}$,155	99.14. 6,1	−0,846	6
15...	9. 0.51	−1.17,83	−4. 9,5	5,5	19.56. 4,81	−$\bar{1}$,177	99.15.33,1	−0,846	7
16...	8.47.42	−1.58,02	−2.33,6	5,5	19.55.24,62	−$\bar{1}$,217	99.17. 8,9	−0,845	8
17...	9.26.32	−2.37,92	−0.52,5	5,5	19.54.44,72	−$\bar{2}$,916	99.18.50,0	−0,849	9
18...	9. 4.31	−3.14,79	+0.45,0	5,5	19.54. 7,85	−$\bar{1}$,069	99.20.27,5	−0,848	10
19...	9.10.16	−3.51,05	+2.27,0	5,5	19.53.31,58	−$\bar{2}$,992	99.22. 9,4	−0,849	21
20...	9. 2.15	−4.25,33	+4.17,9	5,5	19.52.57,30	−$\bar{1}$,020	99.24. 0,3	−0,849	12
21...	9. 9.27	−4.58,58	+6. 4,1	5,5	19.52.24,05	−$\bar{2}$,917	99.25.46,4	−0,849	13
22...	9.14.36	−5.29,90	+7.56,9	5,5	19.51.52,73	−$\bar{2}$,809	99.27.39,2	−0,845	14

La planète est de grandeur 11°,5.

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Asc. droite moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Position moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1.....	6	20. 5.28,39	+3,67	99. 9.11,4	−5,0	23302 Munich
2.....	»	Id.	+3,67	Id.	−5,0	Id.
3.....	»	Id.	+3,68	Id.	−5,1	Id.
4.....	8	19.57.18,97	+3,68	99.19.47,3	−4,6	22720 Munich
5.....	»	Id.	+3,68	Id.	−4,7	Id.
6.....	»	Id.	+3,68	Id.	−4,7	Id.
7.....	»	Id.	+3,67	Id.	−4,7	Id.
8.....	»	Id.	+3,67	Id.	−4,8	Id.
9.....	»	Id.	+3,67	Id.	−4,8	Id.
10.....	»	Id.	+3,67	Id.	−4,8	Id.
11.....	»	Id.	+3,66	Id.	−4,9	Id.
12.....	»	Id.	+3,66	Id.	−4,9	Id.
13.....	»	Id.	+3,66	Id.	−5,0	Id.
14.....	»	Id.	+3,66	Id.	−5,0	Id.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les faisceaux réguliers et les équilatères d'ordre n.* Note de M. **Paul Serret**.

« Un faisceau régulier F_n d'ordre n, ou l'ensemble des directions inclinées sur l'axe Ox d'un angle φ satisfaisant à l'une des équations

$$\operatorname{tang} n\varphi = \frac{1}{k}, \qquad \cos n\varphi - k \sin n\varphi = 0,$$

$$(\cos\varphi + i\sin\varphi)^n + l(\cos\varphi - i\sin\varphi)^n = 0,$$

étant représenté par l'équation corrélative

$$0 = F_n \equiv (x+iy)^n + l(x-iy)^n,$$

il résulte successivement de cette dernière, conformément à ce que nous avons admis dans la Note précédente ([1]) :

» 1° Que « deux faisceaux réguliers du même ordre et de même origine, » F_n, Φ_n, se composent toujours en un faisceau régulier

$$0 = \Psi_n = F_n + l\Phi_n \equiv \mu(x+iy)^n + \mu_1(x-iy)^n \text{ »;}$$

» 2° Que « si deux faisceaux réguliers $F_{n,A}$ et $\Phi_{n,B}$, décrits autour de » deux points A et B comme centres, se composent en une courbe C_{n-p} » de degré inférieur à n

$$F_{n,A} + l\Phi_{n,B} \equiv f_{n-p}(x,y),$$

([1]) *Comptes rendus*, p. 340 de ce Volume.

» ces mêmes faisceaux, transportés parallèlement à eux-mêmes autour de
» l'origine O, satisferont à l'identité

$$F_{n,0} + l\Phi_{n,0} \equiv \varphi_{n-1}(x, y) \equiv 0;$$

» par suite, se confondront en un même et unique faisceau : et les faisceaux primitifs seront parallèles » ;

» 3° Que « si l'on désigne enfin par F_n un faisceau régulier donné; » par F'_{n-1} le faisceau d'ordre $n-1$ qui représente la première polaire » d'un point quelconque P par rapport au précédent : le second faisceau » sera régulier comme le premier; et les inclinaisons φ_0, φ_1, sur la direction OP, de deux rayons quelconques du faisceau primitif F_n et du faisceau dérivé F'_{n-1}, satisferont à la congruence

$$n\varphi_0 \equiv (n-1)\varphi_1 \qquad (\text{mod}\,\pi) \text{ ».}$$

» Prise, en effet, par rapport au faisceau F_n,

$$(0) \qquad 0 = F_n \equiv (x+iy)^n + l(x-iy)^n,$$

la première polaire F'_{n-1} du point $P(x', y')$,

$$0 = (x'+iy')(x+iy)^{n-1} + l(x'-iy')(x-iy)^{n-1},$$

devient, en posant $OP \equiv Ox$ ou $y' = 0$,

$$(1) \qquad 0 = F'_{n-1} \equiv (x+iy)^{n-1} + l(x-iy)^{n-1}.$$

De là, en désignant par φ_0 et φ_1 les inclinaisons, sur Ox ou sur OP, de deux rayons quelconques des faisceaux (0), (1),

$$(0') \qquad \begin{cases} 0 = (\cos\varphi_0 + i\sin\varphi_0)^n + l(\cos\varphi_0 - i\sin\varphi_0)^n \\ \quad = (1+l)\cos n\varphi_0 + i(1-l)\sin n\varphi_0; \end{cases}$$

$$(1') \qquad \begin{cases} 0 = (\cos\varphi_1 + i\sin\varphi_1)^{n-1} + l(\cos\varphi_1 - i\sin\varphi_1)^{n-1} \\ \quad = (1+l)\cos(n-1)\varphi_1 + i(1-l)\sin(n-1)\varphi_1; \end{cases}$$

et, par suite,

$$\text{tang}\, n\varphi_0 = \text{tang}(n-1)\varphi_1, \qquad n\varphi_0 = (n-1)\varphi_1 + k\pi;$$

c'est la relation énoncée, et qui va nous permettre de transporter, aux équilatères d'ordre quelconque, une autre propriété des équilatères du second ordre.

» 2. Théorème II. — *Le lieu du centre des équilatères du faisceau*

$$(1) \qquad 0 = H_n + \lambda H'_n \equiv H''_n$$

est un cercle pour n quelconque, comme pour $n = 2$.

» Soient, en effet, $F_{n,A}$, $\Phi_{n,B}$, $\Psi_{n,C}$ les faisceaux *réguliers* de centres respectifs A, B, C, formés par les asymptotes des composantes H_n, H'_n et de

l'une quelconque H''_n de leurs résultantes. Nous avons à trouver le lieu du point C; et nous allons voir que les mêmes considérations utilisées déjà pour le théorème I ramènent aussitôt cette recherche à la notion du segment capable d'un angle donné, construit sur la base donnée AB.

» L'identité (1), dans laquelle nous mettrons en évidence les asymptotes des trois courbes, pouvant, en effet, s'écrire

$$(1') \qquad F_{n,A} + \lambda \Phi_{n,B} - \Psi_{n,C} \equiv V_{n-2};$$

les premières polaires $F'_{n-1,A}$, $\Phi'_{n-1,B}$ du point variable C par rapport aux faisceaux donnés $F_{n,A}$, $\Phi_{n,B}$ satisferont à l'identité consécutive

$$(1'') \qquad F'_{n-1,A} + \lambda \Phi'_{n-1,B} \equiv 2V_{n-2} + V'_{n-2};$$

et il résulte de celle-ci, associée aux lemmes 2 et 3, que les faisceaux dérivés $F'_{n-1,A}$, $\Phi'_{n-1,B}$ sont parallèles.

» Soient, dès lors, $\overrightarrow{AA_1}$, $\overrightarrow{BB_1}$ deux rayons parallèles de ces faisceaux, et $\overrightarrow{AA_0}$, $\overrightarrow{BB_0}$ deux rayons quelconques des faisceaux primitifs F_n, Φ_n qui sont donnés de position.

» Les directions AC, AA_0, AA_1 étant rapportées à $\overrightarrow{AB}$ par les angles $\widehat{A}$, $\widehat{A_0}$, $\widehat{A_1}$; les directions BC, BB_0, BB_1 étant rapportées à $\overrightarrow{BA}$ par les angles $\widehat{B}$, $\widehat{B_0}$, $\widehat{B_1}$; le parallélisme des droites AA_1, BB_1 nous donnera d'abord

$$(2) \qquad A_1 + B_1 = \Pi;$$

le lemme 3, ensuite, les congruences

$$n\widehat{CAA_0} \equiv (n-1)\widehat{CAA_1}, \qquad n\widehat{CBB_0} \equiv (n-1)\widehat{CBB_1},$$

que l'on peut écrire, successivement,

$$n(A_0 - A) \equiv (n-1)(A_1 - A), \qquad n(B_0 - B) \equiv (n-1)(B_1 - B),$$

$$(3) \qquad nA_0 \equiv A + (n-1)A_1,$$

$$(4) \qquad nB_0 \equiv B + (n-1)B_1;$$

et ces deux dernières, ajoutées membre à membre, nous donnent enfin, en ayant égard à la relation (2),

$$(5) \quad \widehat{A} + \widehat{B} \equiv n(A_0 + B_0) + (n-1)\pi \quad (\text{mod. } \pi); \quad \text{ou} \quad \widehat{A} + \widehat{B} = \text{const.}$$

» Le point c décrit donc un cercle déterminé, « unique », d'ailleurs, comme la série d'équilatères d'où il provient.

» 3. Théorème III. — *Si les équilatères* H_n, H'_n *qui déterminent un fais-*

ceau ont leurs asymptotes parallèles, le cercle, lieu du centre, se réduit à une ligne droite; en même temps, l'une des courbes du faisceau s'abaisse au degré $n-1$, *qui n'est plus, d'ailleurs, un équilatère proprement dit, hors le cas où* $n=3$.

» Appliqué à un faisceau d'équilatères du troisième ordre défini d'une manière convenable, le cas singulier actuel se résout, d'une façon assez inattendue, non en une propriété, mais en la propriété même de 5 tangentes de l'hypocycloïde à 3 rebroussements, à savoir que « les foyers des paraboles inscrites à 3 quelconques des quadrilatères que ces tangentes déterminent font toujours 3 points en ligne droite; » résultat peut-être nouveau et qui, en tout cas, se prête très aisément à toutes les déterminations que les données impliquent.

» 4. Théorème IV. — *Si l'on désigne par* O *le centre, par* r *le rayon du cercle lieu du centre des équilatères d'un faisceau, les asymptotes de ces courbes auront pour commune enveloppe l'hypocycloïde de module* $\frac{n-1}{2n-1}$ *engendrée par un cercle de rayon* $r'=(n-1)r$ *roulant intérieurement sur un cercle de centre* O *et de rayon* $R=(2n-1)r$. *De là cette propriété singulière de ce genre d'hypocycloïdes : il existe, pour chacune de ces courbes, concentriquement au cercle fixe* (O, R), *un cercle déterminé* (O, r), *lieu du sommet d'un faisceau régulier d'ordre* n *entièrement circonscrit à la courbe.*

» Pour $n=2$, on retrouve, comme vérification, l'un des élégants théorèmes de M. Cremona sur l'hypocycloïde à 3 rebroussements. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de dissolution et de formation des cyanurates de sodium et de potassium.* Note de M. **Paul Lemoult.**

« J'ai indiqué, dans une précédente Note, les résultats relatifs à la neutralisation, par la soude et par la potasse, de l'acide cyanurique dissous. Celle-ci, consacrée aux chaleurs de dissolution des sels de Na et de K, complète la précédente, et permet, avec les résultats acquis, de fixer les chaleurs de formation de ces sels à l'état solide.

» *Cyanurate monosodique.* — On l'obtient facilement par la combinaison directe de l'acide solide et de la soude en proportions convenables; il est formé de petites aiguilles cristallines blanches, contenant 13,46 pour 100 de Na; c'est donc du sel hydraté : $C^3Az^3O^3H^2Na, H^2O$ (théorie 13,61); ce corps est fort peu soluble dans l'eau : $6^{gr},35$ par litre à 12° et $7^{gr},2$ à 20° ($1^{mol}=24^{lit}$). Il m'a été impossible de le déshydrater par simple élévation de température; son poids reste invariable pendant

un séjour prolongé à l'étuve, même à 130°. J'ai obtenu le sel anhydre en faisant passer un courant d'air sec sur de l'hydrate séché, finement pulvérisé et maintenu entre 120° et 140°; je me suis assuré que toute l'eau était enlevée et qu'il n'y avait pas trace de décomposition ultérieure; le produit obtenu était capable de reprendre la quantité d'eau nécessaire pour régénérer l'hydrate, et il contenait 15,11 pour 100 de Na. C'est donc du sel anhydre $C^3Az^3O^3H^2Na$ (théorie 15,21). Sa dissolution dans l'eau ($1^{mol} = 60^{lit}$) produit une absorption de $-4^{Cal},91$ (moyenne entre $-4,88$ et $-4,94$). Dans les mêmes conditions de dilution, la dissolution du cyanurate hydraté absorbe $-8^{Cal},86$ (moyenne entre $-8,83$, $-8,92$, $-8,9$ et $-8,78$). La différence entre ces deux résultats est $3^{Cal},95$ et, en tenant compte du changement d'état de l'eau d'hydratation, on a

$$C^3Az^3O^3H^2Na \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} = [C^3Az^3O^3H^2Na, H^2O] \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +2^{Cal},55$$

ce qui explique la résistance du sel hydraté à la déshydratation.

» Ces chaleurs de dissolution ne paraissent pas dépendre de la dilution, car les expériences précédentes, faites dans les conditions de $1^{mol} = 120^{lit}$, donnent les mêmes résultats; cependant une solution concentrée : $1^{mol} = 30^{lit}$, dont on quadruple le volume, dégage $0^{Cal},1$; de nouvelles additions du dissolvant ne produisent aucun phénomène; les deux sels ne sont donc pas dissociés par l'eau et on peut écrire

$$C^3Az^3O^3H^3 \text{ sol.} + NaOH \text{ diss.} = C^3Az^3O^3H^2Na \text{ sol.} + H^2O \text{ liq} \ldots\ldots \quad + 8^{Cal},45$$
$$C^3Az^3O^3H^3 \text{ sol.} + NaOH \text{ diss.} = [C^3Az^3O^3H^2Na, H^2O] \text{ sol} \ldots\ldots\ldots \quad +12^{Cal},40$$

» *Cyanurate disodique.* — Je l'ai obtenu, soit par évaporation d'une solution du sel trisodique: il est alors en aiguilles soyeuses; soit en précipitant par l'alcool une liqueur contenant la soude et l'acide en proportions convenables : il est alors cristallisé en aiguilles microscopiques. Ce produit, séché par un courant d'air débarrassé de CO^2, contient 27,04 pour 100 de Na; c'est donc du sel anhydre $C^3Az^3O^3HNa^2$ (théorie 26,6). Sa chaleur de dissolution ($1^{mol} = 30^{lit}$) est $-1^{Cal},78$ par molécule (moyenne entre $-1,79$ et $-1,78$). Ce corps n'est pas dissocié par l'eau, car, dissous dans la soude, il provoque une absorption de $-0^{Cal},08$, ce qui correspond à $1^{Cal},70$ pour la troisième basicité de l'acide cyanurique; c'est le nombre trouvé avec des liqueurs quatre fois plus étendues. On peut donc écrire, relativement à sa chaleur de formation,

$$C^3Az^3O^3H^3 \text{ sol.} + 2NaOH \text{ diss.} = C^3Az^3O^3HNa^2 \text{ diss.} + 2H^2O \text{ liq} \ldots \quad +9^{Cal},44$$

» *Cyanurate trisodique.* — Je l'ai préparé en précipitant par l'alcool une solution en proportions convenables d'acide et de soude dans l'eau; le précipité, formé d'aiguilles microscopiques, est séché par un courant d'air débarrassé de CO^2; il contient 35,1 pour 100 de Na; c'est donc le sel anhydre $C^3Az^3O^3Na^3$ (théorie 35,3). Le corps obtenu en précipitant l'acide cyanurique par une solution concentrée de soude contient toujours du carbonate; mais l'évaporation, au bain-marie, d'une solution d'acide cyanurique dans de la soude moyennement concentrée donne de beaux cristaux de cyanurate trisodique pur. La chaleur de dissolution de ce sel dans l'eau ($1^{mol} = 30^{lit}$) est $+1^{Cal},47$ (moyenne entre $1^{Cal},44$ et $1^{Cal},49$); ce corps n'est pas dissocié par l'eau, car, en ajoutant aux liqueurs précédentes leur volume, soit d'eau, soit de soude au

$\frac{1}{2}$ équivalent, on n'observe aucune variation thermométrique. On a dès lors la réaction

$$C^3Az^3O^3H^3 \text{ sol.} + 3NaOH \text{ diss.} = C^3Az^3O^3Na^3 \text{ sol.} + 3H^2O \text{ liq...} \quad +7^{Cal},93$$

» Ceci explique l'impossibilité de régénérer le cyanurate trisodique de ses solutions aqueuses par simple évaporation, car, à partir de ces solutions, la formation du sel disodique solide est légèrement exothermique ($+0^{Cal},04$) tandis que celle du cyanurate trisodique solide est endothermique ($-1^{Cal},47$). Le principe du travail maximum suffit à cette explication, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir l'hypothèse d'une décomposition par le dissolvant, décomposition qui, dans ce cas, n'a pas lieu.

» *Cyanurate monopotassique.* — Je l'ai obtenu de la même manière que le sel de Na, à l'état d'hydrate $C^3Az^3O^3H^2K, H^2O$ cristallisé, contenant 21,16 pour 100 de K (théorie, 21,08); il est moins soluble que le sel monosodique : à 19° un litre d'eau en contient $6^{gr},2$, soit 1 mol. $= 29^{lit}$. Il se déshydrate assez facilement à l'étuve vers 130°; le produit obtenu reprend, à l'air libre, toute l'eau qu'il avait perdue; c'est du sel anhydre $C^3Az^3O^3H^2K$. Sa chaleur de dissolution dans l'eau (1 mol. $= 60^{lit}$) est $-8^{Cal},57$, et celle du cyanurate monopotassique hydraté $-10^{Cal},85$ dans les mêmes conditions de dilution (moyenne entre $-10,87$ et $-10,84$). Ces résultats conduisent aux équations suivantes, relativement à la formation de ces deux sels:

$$C^3Az^3O^3H^3 \text{ sol.} + KOH \text{ diss.} = C^3Az^3O^3H^2K \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} \quad \overset{Cal}{+12,17}$$
$$C^3Az^3O^3H^3 \text{ sol.} + KOH \text{ diss.} = [C^3Az^3O^3H^2K, H^2O] \text{ sol.....} \quad +14,45$$
$$C^3Az^3O^3H^3K \text{ sol.} + H^2O = [C^3Az^3O^3H^2K, H^2O] \text{ sol.........} \quad +0,88$$

» Ces nombres expliquent pourquoi, à partir d'une solution de cyanurate monopotassique, c'est le sel hydraté qui se dépose et non le sel anhydre; et ils montrent aussi qu'on doit s'attendre à passer du sel hydraté au sel anhydre plus facilement que pour les sels correspondants de Na; c'est une remarque confirmée par l'expérience.

» *Cyanurate dipotassique.* — Je l'ai obtenu en précipitant par l'alcool ce sel formé à l'état dissous par action directe de la base et de l'acide; il est cristallisé et contient 37,82 pour 100 de K; c'est du sel anhydre $C^3Az^3O^3HK^2$ (théorie, 38,04). Sa chaleur de dissolution est $-6^{Cal},21$ (1 mol. $= 30^{lit}$), (moyenne entre $-6,21$; $-6,19$; $-6,22$). Cette quantité varie un peu avec la dilution, et quand on quadruple le volume il y a un dégagement de chaleur de $+0^{Cal},3$; dans ces nouvelles conditions, 1 mol. $= 120^{lit}$: la chaleur de dissolution est donc $-5^{Cal},9$ et la formation du sel solide correspond à l'équation

$$C^3Az^3O^3H^3 \text{ sol.} + 2KOH \text{ diss.} = C^3Az^3O^3HK^2 \text{ sol.} + 2H^2O \text{ liq...} \quad +13^{Cal},7$$

» Les efforts que j'ai tentés pour obtenir le cyanurate tripotassique solide n'ont pas réussi; la précipitation par l'alcool, d'une solution contenant un certain poids d'acide cyanurique et la quantité correspondante de potasse ou un excès de cette base, donne du sel dipotassique. L'acide cyanurique et la potasse extrêmement concentrée ne forment pas de précipité comme avec la soude; à froid, il se dépose de petites paillettes d'un

corps contenant 35,2 pour 100 de K; c'est du cyanurate dipotassique hydraté $C^3Az^3O^3HK^2, H^2O$.

» Même à l'état dissous, la formation du cyanurate tripotassique est difficile à réaliser, à partir des sels acides solides. Ainsi, par exemple, la dissolution dans l'eau du cyanurate dipotassique absorbant $-6^{Cal},21$, sa dissolution dans la potasse devrait absorber seulement $-4^{Cal},2$ $(-6,21+2,0)$; elle absorbe, au contraire, $-5^{Cal},14$, car, si la combinaison du sel acide et de la base était incomplète, nous avons vu qu'il ne se produit rien de semblable avec le sel disodique et la soude. Cependant le cyanurate tripotassique se forme dans les solutions, puisque la fixation du troisième atome de K sur l'acide dégage toujours environ 2^{Cal}, que l'expérience commence sur une solution, soit d'acide ($2^{Cal},0$), soit de cyanurate monopotassique ($1^{Cal},9$), soit de sel dipotassique ($2^{Cal},15$).

» Cette étude montre par quels éléments diffèrent entre eux les cyanurates de Na et de K; mais, comme on pouvait s'y attendre, elle ne révèle entre ces deux séries de sels aucune différence essentielle. Elle a montré en outre que l'eau ne décompose pas ces sels, et c'est là un point important sur lequel je reviendrai. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fermentation apiculée et sur l'influence de l'aération dans la fermentation elliptique à haute température.* Note de MM. **M. Rietsch** et **M. Herselin**, présentée par M. Schützenberger.

« En faisant fermenter des moûts obtenus par infusion de raisins secs, et additionnés ou non de saccharose, dans des conditions autant que possible identiques, avec des cultures pures soit de levures apiculées, soit de levures elliptiques, nous avons constaté que les premières donnaient un moindre rendement en alcool pour la même quantité de sucre réducteur détruite.

» En exprimant ce sucre en grammes et par litre, et l'alcool en volume pour cent, le rapport sucre-alcool a été :

» 1° De 22,62 et 23,5 pour la levure apiculée employée; pour les levures elliptiques : 18,07 (pour une levure retirée des raisins de l'Ermitage); 18,21 (Saint-Émilion); 18,32 (Chambertin); 19,09 (Richebourg).

» La quantité de matière réductrice était de 221gr, 12 par litre.

» 2° Dans une seconde série d'expériences, trois levures apiculées d'origines différentes ont donné : la première (la même qu'en 1°), 20,7; 21,69; 21,69; 25,25; la seconde 20,61; la troisième, 21.

» Tandis qu'avec diverses levures elliptiques, on obtenait : Richebourg 18,09; 18,17; 18,33; 18,57; Saint-Émilion 18,50; Juliena 18,65; Bourgogne 18,64; Sauterne 18,95;

Riquewyhr 18,38; Steinberg 18,20; Chablis 18,6; Chambertin 18,6; Cramant 18,48; Champagne 18,64.

» Dans cette seconde série, la matière réductrice était de 284gr,80 par litre.

» Ces expériences ne démontrent cependant pas que la transformation du sucre en alcool se fasse d'après une formule différente par les levures apiculées. En effet, les fermentations apiculées avaient formé beaucoup moins d'alcool que les elliptiques :

» 2° et 2°,5 pour 100 pour les fermentations apiculées, et 6°,7 à 9°,5 pour les elliptiques dans la première série;

» 3°,2 à 4°,2 pour les apiculées, et 11° à 12°,5 pour les elliptiques dans la deuxième série.

» Les ensemencements avaient été faibles toujours, et le sucre employé à la multiplication de la levure ayant échappé à la fermentation alcoolique se répartissait, pour les apiculées, sur un plus petit nombre d'unités que pour les elliptiques dans le calcul du rapport sucre-alcool.

» Nous avons donc installé d'autres expériences, avec des moûts assez faibles pour que les liquides fermentés résultants eussent sensiblement le même degré alcoolique avec les deux catégories de levures.

» Un moût n'ayant que 65gr,25 de sucre réducteur par litre a conduit au rapport 18,66 pour l'apiculée et 19,19 pour l'elliptique (Saint-Émilion), la première ayant formé 3°,5 d'alcool; la seconde, 3°,4.

» Un autre moût, avec 67gr,84 de matière réductrice par litre, a conduit aux rapports de 19,24 pour l'apiculée avec 3°,3 d'alcool et de 18,49 pour l'elliptique (Saint-Émilion) avec 3°,6 d'alcool en aérant les liquides par barbottage, et en n'aérant pas 19,06 pour l'apiculée avec 3°,2 d'alcool et 18,97 pour l'elliptique avec 3°,5 d'alcool.

» Les différences des rapports trouvés avec des moûts plus riches pourraient donc tenir uniquement au sucre employé à la multiplication de la levure. Nous continuons nos recherches dans ce sens; au point de vue pratique, il ressort déjà de ce qui précède que, pour les liquides fermentés ayant plus de 4° (c'est le cas de tous les vins), l'alcool formé par les levures apiculées coûte plus de sucre que celui dû aux levures elliptiques.

» Dans le cours des recherches que nous venons d'exposer, nous avons été amenés à nous occuper aussi de l'influence de l'aération sur la fermentation alcoolique à des températures différentes. Nos expériences dans ce sens ne sont pas terminées non plus; elles nous ont cependant déjà donné les résultats suivants :

» A. Avec des moûts ne contenant qu'une centaine de grammes de sucre par litre,

l'élévation de la température jusqu'à 36°, l'aération ou la privation d'air, n'exercent pas grande influence sur la proportion d'alcool du liquide fermenté, ni sur le sucre restant, ni sur le rapport sucre-alcool; les différences seraient même plutôt en faveur de la température élevée.

» B. Avec des moûts plus concentrés, contenant à peu près 160gr de matière réductrice par litre, la température constante de 36° (étuve Roux) a exercé déjà une influence nuisible manifeste (¹); mais l'aération du moût par barbottage annule en grande partie cette influence, puisqu'elle a fait monter le degré alcoolique de 5°,5 à 8°, que la matière réductrice résiduelle est tombée de 57gr à 20gr par litre et que le rapport sucre-alcool a été ramené de 18,89 à 17,63. Néanmoins les résultats ont été meilleurs, même sans aération, dans les fermentations parallèles faites quelques degrés plus bas (un peu au-dessous de 30°) qui, dans le même temps, ont laissé moins de 9gr de sucre résiduel. Enfin nous avons constaté, dans ces conditions (36° de température et 8° d'alcool formé), qu'il y a déjà une perte sensible d'alcool entraîné par l'acide carbonique (7°,5 au lieu de 8°).

» C. En passant à des moûts encore plus concentrés (environ 250gr de sucre par litre), l'alcool formé à 36° a été de 6°,8 à l'abri de l'air, 8°,3 en aérant; l'aération est donc encore ici d'une utilité évidente, bien moindre cependant que celle du refroidissement à 30°; les expériences parallèles à cette température ont donné, en effet, 12°,5 d'alcool sans air et 13° en aérant avec des rapports sucre-alcool inférieurs d'une unité à ceux obtenus à 36°. On voit aussi que, même en refroidissant, l'aération est encore utile.

» Dans les trois séries A, B et C, on a employé une levure de Musigny. Les appareils n'ont été porté à l'étuve à 36° que quand la fermentation était déjà manifeste. Dans la série A, restée sept jours à 36°, la levure était bien vivante; dans les deux séries B et C, elle était morte après neuf jours à 36°.

» Dans les pays chauds, où les moûts de raisin sont généralement plus concentrés, on retirera donc des avantages considérables de l'aération de la vendange; cette opération est favorable par elle-même, c'est-à-dire par l'oxydation qu'elle détermine, indépendamment de l'abaissement de température qu'elle procure en même temps dans la pratique; car, dans nos expériences, cet abaissement était impossible; il est bien entendu qu'il faut éviter l'acétification absolument exclue dans nos appareils.

» Mais le refroidissement du moût au-dessous de 30° aura des effets bien plus prononcés que l'aération. La combinaison des deux opérations (refroidissement et aération) conduira aux meilleurs résultats; cette combinaison est d'autant plus indiquée que les moûts sont plus concentrés. »

(¹) M. Martinand (*Étude sur la fermentation alcoolique du vin;* in-8°, 50 pages, 1893) a déjà constaté que l'élévation de température exerce une influence d'autant plus néfaste sur la fermentation qu'il s'agit de moûts plus concentrés; il relate aussi une expérience où l'aération a diminué la quantité de sucre restant dans le liquide.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur les ustensiles en aluminium.*
Note de M. **Balland**.

« Depuis les expériences sur l'aluminium que j'ai soumises, en juin 1892, à l'appréciation de l'Académie, ce métal a reçu de nombreuses applications et il faut reconnaître que le Ministère de la Guerre a puissamment contribué aux progrès réalisés, en prescrivant dans l'armée l'emploi d'ustensiles en aluminium. Les ustensiles mis en service jusqu'à ce jour (bidons, quarts, gamelles) sont obtenus sans soudures, par une série d'emboutissages qui amènent progressivement la plaque primitive à la forme voulue. Ils ont permis d'ajouter quelques faits à ceux que l'on a précédemment observés.

» 1. Le poids des ustensiles de même catégorie, fabriqués dans les mêmes conditions, avec la même tôle, n'a pas l'uniformité qu'il devrait avoir. Le poids des quarts varie entre 55^{gr} et 60^{gr}; le poids des bidons, entre 160^{gr} et 169^{gr}; celui des petites gamelles, entre 255^{gr} et 267^{gr}, et celui des grandes gamelles entre 527^{gr} et 561^{gr}. Les écarts viennent, en grande partie, du décapage à la soude, dont on retrouve les traces sur les objets qui n'ont pas servi. L'aluminium, en effet, est attaqué par la soude, comme par la potasse, avec une extrême violence : dans une lessive chaude de soude à 20 pour 100, il perd, en quelques secondes, 10 à 20 pour 100, et disparaît en quelques minutes en ne laissant qu'un résidu noirâtre. C'est au passage plus ou moins rapide des objets dans les bains de décapage qu'il faut rattacher les écarts signalés plus haut.

» 2. Dans les conditions ordinaires de la vie du soldat, les ustensiles en aluminium offrent une résistance suffisante à l'usure et aux frottements, ainsi qu'à l'action du feu (bois, charbon, gaz), des mets (rata, soupe, salade, etc.) et des liquides (eau, vin, café, etc.). Le métal prend une teinte moirée, mais le poids, après quatre mois, n'a pas varié d'une façon notable. Les aliments étant souvent renouvelés, leur contact avec le métal est, en réalité, de peu de durée; les résultats, comme on va le voir, seraient différents si le contact se prolongeait.

» 3. Lorsqu'on abandonne, pendant plusieurs mois, de l'eau ordinaire dans des ustensiles en aluminium, il se produit, en des points irrégulièrement disséminés, de petites houppes blanches, très ténues, qui parfois prennent un certain développement. Toutes ces masses floconneuses

réunies se réduisent, par la dessiccation, à quelques centigrammes d'alumine en poudre, sans action sur l'économie. On les observe partout où le métal retient des particules de fer, de silicium, de carbone ou de soude; on les trouve surtout autour des rivets qui fixent les anses. Or, ces rivets sont fabriqués avec des alliages d'aluminium, et l'on sait par les recherches de M. Riche (1) et par des observations plus récentes de M. Hugounenq (2) que l'aluminium, dans l'eau, ne supporte pas le contact de métaux étrangers. La perte de poids, après six mois, n'atteint pas $0^{gr},1$ pour 100.

» Des lames d'aluminium provenant de mes premières recherches, conservées en flacons bouchés, dans de l'eau de Seine, pendant près de quatre ans, se sont recouvertes d'une patine qui résiste au frottement de la brique pilée, mais disparaît sans difficulté lorsqu'on laisse les lames pendant vingt-quatre heures dans une solution d'acide sulfurique à $\frac{1}{100}$. Les lames, sauf en quelques points fortement corrodés où elles sont presque traversées, ont repris un très bel éclat; la perte de poids, après le décapage à l'acide dilué, a été de 3 pour 100.

» 4. Dans l'eau salée, à raison de 35^{gr} de sel par litre, on observe les mêmes effets que dans l'eau ordinaire, mais à un degré plus prononcé. L'attaque est plus profonde, les rivets se désagrègent et les anses se détachent. Le métal, en dehors des points recouverts par l'alumine gélatineuse, qui ont conservé l'éclat métallique, présente une patine noirâtre, rugueuse, résistant au frottement du sable; elle cède au contact de l'acide sulfurique dilué, pendant vingt-quatre heures, et le métal apparaît avec son éclat primitif. On remarque, comme dans les cas précédents, que l'attaque paraît plus prononcée au niveau de l'eau, là où l'air et l'eau agissent en commun. Toutefois, la perte de poids après quatre mois n'a été que de 0,6 pour 100. Il ne faudrait pas en conclure que dans l'eau de mer, dont la salure est représentée par environ 35^{gr} de sel par litre, la résistance serait la même, car l'eau de mer contient des organismes particuliers qui peuvent favoriser l'action des sels entrant dans sa composition (3).

» 5. Les objets en aluminium ayant séjourné dans l'eau salée présen-

(1) Riche, *Recherches sur les alliages de l'aluminium* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1er janvier 1895).

(2) Hugounenq, *Action de l'eau et de l'alcool sur l'aluminium du commerce en présence d'autres métaux* (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 1er juin 1895).

(3) Baucher, *Recherches chimiques et microbiologiques sur les altérations et la protection des métaux usuels en eau de mer* (*Revue maritime et coloniale*, janvier 1895).

tent parfois de légères boursouflures, provoquées par des particules intérieures de fer ou de silicium qui ont subi l'influence du liquide à travers le métal. On a constaté aussi que du vinaigre, laissé pendant plusieurs mois dans une petite gamelle munie de son couvercle, a provoqué à l'extérieur, à la hauteur seulement du niveau du vinaigre à l'intérieur, la formation d'un léger anneau blanchâtre d'alumine pulvérulente. Cet anneau ne s'est pas produit avec l'eau ordinaire, l'eau salée, l'acide sulfurique à $\frac{1}{100}$. D'autre part, des gobelets ont bien supporté le vide d'une trompe à eau.

» 6. L'avenir de l'aluminium n'est pas compromis par les déceptions que l'on a pu avoir jusqu'à ce jour, car ces déceptions viennent généralement de la présence de métaux étrangers, contenus dans l'aluminium commercial; elles viennent surtout de ce que la plupart des objets en aluminium sont fabriqués avec des alliages d'aluminium, ou avec des aluminiums contenant jusqu'à 8 pour 100 d'impuretés inégalement réparties, telles que le fer, le silicium, l'alumine, l'azote, le carbone, le borure de carbone ([1]). On trouve aujourd'hui des aluminiums qui ne renferment que 0,7 à 0,9 pour 100 d'impuretés, et il est à prévoir que l'industrie ne s'en tiendra pas là. Ses efforts doivent également tendre à donner au métal et à lui conserver sous ses diverses formes une texture plus unie, plus serrée, plus homogène, et une surface très polie; il importe, par suite, de renoncer au décapage à la soude, qui communique à l'aluminium une fort belle teinte mate, mais qui le pénètre inégalement et rend sa surface rugueuse, plus accessible aux attaques. On devra aussi, dans la confection des ustensiles de ménage, éviter les soudures et les agrafages avec des métaux étrangers. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Du rôle du foie dans l'action anticoagulante de la peptone*. Note de MM. **E. Gley** et **V. Pachon**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« On sait qu'une solution de peptone, injectée dans les veines d'un chien, rend le sang de cet animal incoagulable pour un temps plus ou moins long, suivant la dose employée (Schmidt-Mülheim, G. Fano, Pollitzer, Grosjean, etc.). G. Fano ([2]) a montré que cette action de la peptone

---

([1]) Moissan, *Impuretés de l'aluminium industriel* (*Comptes rendus*, 2 juillet 1894).

([2]) G. Fano, *Das Verhalten des Peptons und Tryptons gegen Blut und Lymphe* (*Archiv f. Physiol.*, 1881).

n'est pas directe, mais qu'il doit se produire dans l'organisme, sous l'influence de ce corps, une substance à laquelle seule appartient le pouvoir anticoagulant. Or, non seulement on ne connaît pas cette substance, mais encore on ignore où elle se forme [1].

» Il résulte clairement des expériences dont nous voudrions présenter brièvement les résultats, que le foie joue un rôle absolument prépondérant dans la formation de la substance anticoagulante qui prend naissance dans l'organisme, sous l'influence de la peptone.

» Ces expériences consistent à lier sur le chien, préalablement morphiné et chloroformé, les vaisseaux lymphatiques qui sortent du foie et que l'on distingue aisément sur la veine porte et le long des canaux biliaires; on injecte ensuite dans une veine de cet animal une solution de peptone. Nous nous sommes toujours servis de la peptone de Chapoteaut, produit riche en albumoses et, par conséquent, très actif sur le sang de chien; nous en faisons une solution au $\frac{1}{10}$ dans de l'eau salée à 7 pour 1000, et nous injectons cette solution filtrée, tiède, à la dose de $0^{gr},50$ de peptone par kilogramme d'animal. Or, dans cette condition, l'effet de la peptone est annihilé : le sang reste parfaitement coagulable, comme le prouve, par exemple, l'expérience suivante que nous rapporterons comme type.

» *Expérience.* — Chien bull, adulte, $12^{kg},500$; injection sous-cutanée de $0^{gr},12$ de chlorhydrate de morphine. Chloroforme. Canule dans le bout central de l'artère carotide gauche et dans une veine saphène. A $3^h 42^m$, on prend 6^{cc} de sang dans la carotide; la coagulation a lieu à $3^h 43^m$.

» De $3^h 50^m$ à 4^h, ligature des lymphatiques du foie. A $4^h 9^m$, on fait une prise de 8^{cc} de sang; coagulation à $4^h 10^m$; à $4^h 22^m$, nouvelle prise de 5^{cc} de sang; le caillot est formé à $4^h 23^m$. De $4^h 23^m$ à $4^h 26^m$, on injecte dans la veine saphène une solution de $6^{gr},50$ de peptone de Chapoteaut. Le Tableau ci-dessous indique comment, à partir de ce moment, le sang s'est coagulé :

Heure de la prise de sang.	Volume de sang.	Moment de la coagulation.	Observations.
h m s 4.33	cc 7	h m 4.34	On retourne le tube qui contient le sang.
4.40	8	4.41	Id.
4.55.30	8	4.57	Id.

» Cinq autres expériences nous ont donné le même résultat.

---

(1) Ch. Contejean (*Arch. de Physiol.*, 5e série, t. VII, p. 245; avril 1875) s'est demandé récemment si le foie ou la masse intestinale ne joue pas « un rôle prépondérant dans la sécrétion du produit anticoagulant »; mais ses expériences, encore que fort intéressantes, ne lui ont pas permis de déterminer exactement où se forme la substance qui rend le sang incoagulable.

» Ainsi, par suite d'un obstacle à la circulation lymphatique intra-hépatique, la peptone perd son pouvoir anticoagulant. C'est donc que la substance anticoagulante se forme, sous l'influence de la peptone, dans le foie.

» Faut-il aller plus loin et admettre que cette substance ne pénètre dans les vaisseaux sanguins qu'après avoir passé par les lymphatiques qui sortent du foie et, de là, dans le canal thoracique? Cette conclusion ne serait légitime que si la ligature du canal thoracique produisait le même effet que celle même des lymphatiques hépatiques. Nous avons reconnu qu'il n'en va pas ainsi et que cette ligature a des effets variables, tantôt entravant l'action de la peptone, tantôt laissant à la peptone tout son pouvoir. Nous nous proposons d'ailleurs de revenir sur cette partie de la question.

» On peut alors penser que la ligature des lymphatiques du foie modifie simplement le fonctionnement de la cellule hépatique, en changeant les conditions de pression sous lesquelles vivent normalement ces cellules.

» De fait, en augmentant par un autre moyen la pression à l'intérieur du parenchyme hépatique, on peut obtenir un résultat analogue à celui que donne la ligature des lymphatiques. Pour cela nous avons lié le canal cholédoque, après ligature préalable de la vésicule biliaire, près de son col. Dans trois expériences ainsi réalisées, nous avons vu le sang rester coagulable, malgré l'injection de peptone, exactement comme après la ligature des lymphatiques du foie.

» Ces faits prouvent, croyons-nous, que la peptone n'agit sur le sang que par l'intermédiaire du foie; en d'autres termes, étant donné ce que nous ont appris les expériences de Fano, c'est le foie qui, sous la provocation de la peptone, fabrique la substance anticoagulante. Ces expériences montrent aussi l'importance des variations de la circulation capillaire lymphatique pour le fonctionnement des éléments cellulaires [1]. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Le stéthoscope ellipsoïdal;* Note de M. **Ch.-V. Zenger**. (Extrait.)

« L'efficacité des stéthoscopes, en général, est diminuée par les sons amphoriques produits dans l'espace rempli d'air qui fait partie de l'appareil : c'est ce qui m'a conduit à construire un stéthoscope en bois plein, qui, ne contenant plus d'air, ne donne pas naissance à ces sons parasites,

---

(1) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum.

parfois plus forts que les battements du cœur ou que les mouvements du poumon dans les cas de mort apparente.

» C'est un ellipsoïde de révolution, coupé par deux plans perpendiculaires à l'axe et passant par ses deux foyers; il est en bois très homogène et très élastique, comme le bois de tilleul. Le rapport de son axe de révolution au diamètre de son équateur est de 5 à 1.

» Les vibrations produites dans le voisinage d'un des foyers doivent être renvoyées, par réflexion sur la paroi, dans le voisinage de l'autre foyer, et recueillies par l'oreille convenablement placée.

» Si l'on applique l'une des extrémités sur la poitrine du sujet soumis à l'auscultation, on entend distinctement, à l'autre extrémité, les battements du cœur, amplifiés comme ils pourraient l'être par un microphone. Une montre donne des battements d'une intensité remarquable.... »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Le système du monde électrodynamique.* Note de M. **Ch.-V. Zenger**. (Extrait.)

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie des Sciences, le 2 septembre 1889, mon appareil électrodynamique pour imiter, par une sphère creuse de cuivre rouge tournant dans un champ électromagnétique, les mouvements orbiculaires des planètes. Je viens de perfectionner cet appareil par l'addition d'un troisième électro-aimant qui sert à produire les phénomènes des perturbations planétaires, en agissant sur la sphère décrivant son orbite dans le champ magnétique de deux autres électro-aimants. Le troisième électro-aimant étant fixé comme les deux autres sur des tiges en fer doux, pour anéantir l'action des pôles inférieurs, peut être déplacé sur la tige inférieure de fer doux. On peut aussi faire changer à volonté la direction du courant dans les trois bobines des électro-aimants. Enfin le troisième électro-aimant contient, au lieu de cylindres pleins de fer doux, des fils de fer, pour lui donner par le même courant plus de force magnétique.

» 1. Quand on agit sur la sphère tournante, suspendue par un fil de soie tordu de manière que son axe ne coïncide pas avec l'axe d'un électro-aimant, mais en soit très rapproché, c'est-à-dire qu'il se trouve dans une position latérale, asymétrique dans le champ magnétique, elle est fortement repoussée par l'action du pôle magnétique sur les courants induits dans la sphère de cuivre creuse tournante. Elle commence à décrire une

spire circulaire, dont les branches se rapprochent l'une de l'autre rapidement, pour finir par un mouvement circulaire enveloppant les spires, et dû à une sorte d'équilibre dynamique se produisant par l'éloignement de la sphère du pôle et par l'abaissement de l'action inductrice du pôle, qui en est la conséquence.

» 2. Quand on fait le courant passer par deux bobines, les spires deviennent elliptiques, et enfin il se produit une orbite elliptique, dont le pôle de l'électro-aimant le plus rapproché de la sphère tournante représente le foyer.

» 3. Quand on fait passer le même courant dans les trois bobines, le mouvement elliptique est modifié, perturbé par l'action du troisième, et les spires elliptiques tournent de manière que leur grand axe change continuellement de position, imitant ainsi le déplacement des périhélies des planètes dans leurs orbites perturbées.

» Un style fixé dans l'axe de rotation, à la partie inférieure de la sphère, dessine avec précision les mouvements orbiculaires de la sphère, sur une plaque de verre enfumée.

» C'est ainsi qu'on peut démontrer :

» 1° Que le mouvement planétaire suit les lois électrodynamiques de Gauss ;

» 2° Que l'axe de l'orbite planétaire est fixe, tant que la force de l'électro-aimant est constante, et d'une certaine grandeur, qui dépend de la force magnétique de l'électro-aimant et de la grandeur de la sphère (loi de Laplace : de la conservation de l'axe de l'orbite) ;

» 3° Que la principale action du troisième pôle perturbant le mouvement orbiculaire elliptique est le changement de position du grand axe de l'orbite (variation de la position du périhélie, comme dans l'orbite de Mercure, de la Lune, etc.).

» L'appareil, ainsi modifié, devient donc un véritable autographe des mouvements planétaires et de leurs perturbations.

» Or MM. Tisserand et Maurice Lévy ont publié, en 1890, les résultats qu'ils ont obtenus en appliquant, au lieu des lois de Newton-Kepler, la loi de Gauss modifiée par Riemann, en calculant les perturbations de l'orbite de Mercure.

» Ils ont trouvé qu'on parvient à expliquer les trois quarts du mouvement du périhélie de la planète dont Le Verrier ne peut rendre compte par la théorie de gravitation, et qui est resté inexpliqué jusqu'à nos jours. M. Lévy a montré qu'on peut, par l'introduction d'une constante dans le

calcul, expliquer le tout; qu'on doit alors supposer une vitesse de propagation de l'action du Soleil sur les planètes moindre que la vitesse de la lumière ($300\,000^{km}$ par seconde) dans la proportion de 1 à 0,61663, c'est-à-dire de $185\,000^{km}$ par seconde. Les autres éléments, à l'exception de l'excentricité, dont la variation est très petite, restent inaltérés par la substitution de la loi Gauss-Riemann.

» Si l'on prend une sphère creuse de verre, étirée à sa partie supérieure, et ouverte en bas pour faire passer une tige d'acier pointue et isolée qui entre dans le bout étiré conique, et si l'on place la sphère entre les deux déchargeurs d'une machine Wimshurst, la sphère tourne rapidement autour de son axe, dans le champ électrique. Une sphère creuse de verre, très légère, mise sur des rails circulaires de fils de cuivre, isolés l'un de l'autre par des tubes de verre recourbés, et placée sur un pied isolant de verre, de manière qu'on puisse mettre les rails en position horizontale, ou plus ou moins inclinés, commence à tourner et à se mouvoir rapidement sur les rails circulaires, quand les deux fils de cuivre sont réunis avec les déflagrateurs de la machine Wimshurst. Si l'on incline de plus en plus, le mouvement orbiculaire cesse pour un certain angle d'inclinaison, et se transforme en mouvement de va-et-vient. On peut ainsi produire, dans le champ électrique, à la fois le mouvement de rotation et le mouvement orbiculaire.... »

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 aout 1895.

Analyse chimique des matières agricoles des boissons fermentées, des vinaigres et des urines, par M. Albert Trubert, professeur de Sciences physiques et naturelles. Gap, A. Fillon, 1895; 1 vol. in-8°.

Revue maritime et coloniale, couronnée par l'Académie des Sciences. Août 1895. Paris, Baudoin; in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France. N° 5. Paris, 1895; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire. 15 août 1895; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique. 17 août 1895. Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube. Tome XXXI. Troisième série. Année 1894. Troyes, P. Nouel; 1 vol. in-8°.

Report on the scientific results of the exploring voyage of H. M. S. Challenger 1872-76. London, 1895; 2 vol. in-4°.

A glossary of greek birds, by DETREY WENTWORTH THOMSON. London, H. Frowde, 1895; 1 vol. in-8°.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. TACCHINI. Roma, Bertero, 1895; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 AOUT 1895.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, etc. 25 août 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

L'Anthropologie. 1895. Juillet-août. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Recueil de Mémoires et Observations sur l'hygiène et la Médecine vétérinaire militaire. Tome XVII. Mars 1895. Paris, L. Baudoin, 1895; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 20 août 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas. 1894. 5e série. Tome XII. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1895; 1 vol. in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. 15 août 1895. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des Séances de l'année 1895. Juillet. Cracovie, 1895; br. in-8°.

Experiments with a new polarizing photo-chronograph, applied to the measurement of the velocity of projectiles, by Dr ALBERT CUSHING CREHORE and Dr GEORGE OWEN SQUIER. Virginia, 1895; in-8°.

Die Meteorologie der Sonne und die Wetter-Prognose des Jahres 1886, von Professor K.-W. ZENGER. Prague, 1887; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 SEPTEMBRE 1895,

PRÉSIDÉE PAR M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les travaux entrepris, en* 1895, *à l'observatoire du mont Blanc.* Lettre de M. **J. Janssen** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Chamonix, 31 août 1895.

» Je viens donner, à l'Académie, des nouvelles des travaux entrepris cette année par la Société de l'observatoire du mont Blanc.

» Dans le programme de ces travaux, figurait la détermination de l'intensité de la pesanteur en différents points du massif du mont Blanc et, s'il était possible, au sommet même de cette haute montagne.

» L'instrument destiné à ces mesures nous a été prêté par M. le Ministre de la Guerre, sur la bienveillante demande de M. le général de la Noé, chef du Service géographique de l'Armée : c'est M. Bigourdan, astronome de l'Observatoire de Paris, bien connu de l'Académie, et très au courant de ces délicates déterminations, qui a bien voulu s'en charger.

» Nous avons dû prendre des dispositions spéciales pour le transport et

la mise en expérience de cet instrument, dont les organes sont lourds, délicats, et qui demande une grande stabilité.

» La traversée du glacier, l'installation même aux Grands-Mulets (3050^m) n'ont pas été sans difficultés; elles ont fini cependant par être heureusement surmontées, et la détermination paraît devoir inspirer confiance. M. Bigourdan en a fait une autre très soignée à Chamonix, près de notre chalet. Ces mesures seront rapprochées de celles qu'on obtiendra à Paris et à Meudon.

» Quant au sommet du mont Blanc lui-même, il est réservé pour l'année prochaine, et l'expérience de cette année sera, nous l'espérons, un élément de succès pour aborder cette difficile station.

» Tous les amis de la Science doivent féliciter M. Bigourdan du courage, de l'activité et du dévouement qu'il a montrés dans cette rude campagne.

» De plus, M. le D[r] de Thierry a fait une ascension difficile et courageuse au sommet; il a séjourné un jour entier à l'observatoire, et y a fait des expériences sur l'ozone atmosphérique et sur la microbiologie, dont il rendra compte à l'Académie.

» Les circonstances atmosphériques n'ont pas été d'abord favorables, pendant le commencement du mois d'août; de fréquents orages ont éclaté sur la vallée. Néanmoins, grâce au courage, à la force et à l'expérience acquise aujourd'hui par nos porteurs, toutes les pièces, dont plusieurs sont très volumineuses, de la lunette parallactique de 12^p (33^{cm}) que nous désirions placer au sommet du glacier, sont actuellement transportées et attendent les mécaniciens qui doivent les assembler.

» Je me félicite tout spécialement que, dans les nombreux voyages de ces lourdes charges, à travers les chaos du glacier, aucun accident ne soit arrivé à nos porteurs. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la présence de l'argon et de l'hélium dans certaines eaux minérales.* Note de M. **Ch. Bouchard.**

« On a signalé depuis longtemps le dégagement de très fines bulles gazeuses qui se produit dans certaines eaux sulfureuses des Pyrénées, peu de temps après que l'eau a été puisée et qui continue pendant un temps variable, suivant les sources, parfois pendant des heures. Dans ces eaux rendues légèrement alcalines par le sulfure et le silicate de sodium, ces gaz ne pouvaient être ni l'oxygène ni l'acide carbonique. On a admis, sans

doute en raison des caractères négatifs de ce corps, qu'il ne s'agissait que de l'azote.

» Les médecins espagnols surtout ont fixé leur attention sur cette particularité; ils ont désigné sous le nom d'*azoades* ces eaux qui dégagent de l'azote. On les trouve sur le versant espagnol des Pyrénées à Panticosa; on les trouve sur le versant français dans plusieurs stations, notamment aux sources de Salut à Bagnères-de-Bigorre et à Cauterets dans la source de la Raillère.

» D'autres sources des Pyrénées, qui ne donnent pas d'effervescence, laissent par intervalles se dégager au griffon de grosses bulles de gaz que l'on considère aussi comme étant de l'azote.

» Pendant un séjour récent que j'ai fait à Cauterets, j'ai eu la curiosité de me renseigner sur la nature des gaz qui donnent lieu à ces deux ordres de phénomènes. J'ai pu en recueillir des quantités assez considérables, au point d'émergence, avant tout contact avec l'air, à la source de la Raillère et à deux des griffons qui alimentent la source du Bois. J'ai pu également, grâce à l'obligeance de M. du Perron, directeur des Eaux, examiner le gaz extrait par la pompe à mercure, puis par l'ébullition de l'eau de la Raillère transportée.

» Notre confrère M. Troost, qui assistait à mes premiers essais, a bien voulu m'offrir son concours pour la détermination des caractères physiques et chimiques de ces gaz, et c'est sous sa direction et avec son assistance qu'ont été obtenus les résultats que je communique à l'Académie.

» Ces gaz, desséchés sur la potasse et l'anhydride phosphorique, ont les caractères de l'azote : chauffés au rouge pendant quarante-huit heures sur des fils de magnésium, ils perdent leur volume initial, en même temps que les fils se recouvrent d'une couche jaune qui, exposée à l'air, devient blanche et dégage de l'ammoniaque.

» Si l'on introduit le gaz ainsi réduit dans des tubes de Plücker à fils de magnésium et si, sous une faible pression et avec l'effluve capable d'amener un suffisant échauffement du magnésium, on épuise les dernières traces d'azote dont le spectre disparaît, on reconnaît alors que les gaz qui subsistent ne sont pas les mêmes pour les diverses provenances.

» Les gaz recueillis au griffon de la Raillère, ou extraits par l'ébullition de l'eau de la même source, ont donné les raies caractéristiques de l'argon ainsi que les raies caractéristiques de l'hélium.

» Les gaz recueillis aux griffons des sources du Bois ont donné tous deux les raies caractéristiques de l'hélium.

» Les gaz recueillis à l'un des deux griffons du Bois (celui dont la température est la plus basse) donnent à penser, en raison de l'abondance des raies dans le rouge et dans le rouge orangé, qu'ils renferment, à côté de l'hélium, quelque autre élément.

» Dans l'ignorance où nous sommes actuellement des propriétés physiologiques de l'argon et de l'hélium, on pourrait se demander s'il y a quelque concordance entre les propriétés médicinales des eaux des Pyrénées et la composition des gaz qui s'en dégagent. Le fait me semble improbable. L'idée formulée, il y a quelque vingt-cinq ans, par les médecins espagnols que les azoades doivent certaines de leurs vertus à l'azote qui s'en dégage, est abandonnée. Ces vertus pourraient-elles, à défaut de l'azote, dépendre de gaz qui sont chimiquement moins actifs et qui se trouvent dans les eaux en moindre proportion que l'azote? C'est possible à la rigueur; mais la question ne devrait même pas être posée si l'on démontrait que ces gaz se trouvent aussi, et en proportions analogues, dans les eaux qui coulent ou qui séjournent à la surface de la terre et qui servent à notre alimentation.

» On n'est pas absolument fixé sur l'origine de tous les gaz des eaux minérales, et il se pourrait que ceux qui nous occupent eussent pour origine l'air entraîné par les eaux de la surface vers la profondeur. Ces eaux, après s'être alcalinisées par un sulfure, remonteraient vers la surface privées nécessairement d'oxygène et d'acide carbonique et ne contenant plus que l'azote et l'argon. Cependant il semble dès à présent que, à l'origine atmosphérique possible d'une part de l'argon et peut-être de l'hélium, doit s'ajouter quelque action souterraine, puisque, si l'une de nos sources contient ces deux gaz, une autre ne renferme que l'hélium, une autre enfin contient avec l'hélium quelque chose qui n'est pas l'argon.

» L'étude que nous venons de faire appelle cependant nécessairement celle de la composition des gaz contenus dans les eaux qui sont à la surface de la terre. Les résultats de cette étude qui est en cours seront communiqués prochainement à l'Académie. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la combinaison du magnésium avec l'argon et avec l'hélium*. Note de MM. L. **Troost** et L. **Ouvrard**.

« Lorsqu'on se propose de rechercher s'il existe de l'argon ou de l'hélium dans du gaz azote, il n'est pas indispensable de faire passer le mélange sur du magnésium chauffé au rouge ou sur du lithium chauffé au

rouge sombre, afin d'absorber la plus grande partie de l'azote, avant de faire agir l'effluve dans le mélange gazeux. L'emploi de tubes de Plücker à *fils de magnésium* et d'une bobine de Ruhmkorf *munie d'un interrupteur Marcel Deprez*, permet d'agir directement sur le mélange ne contenant que de très faibles proportions d'argon et d'hélium.

» C'est ce que nous avons constaté, en particulier, sur les gaz recueillis par M. le docteur Bouchard au griffon de la source de la Raillère et à ceux du Bois (à Cauterets).

» On peut introduire directement les gaz secs dans les tubes de Plücker à fils de magnésium et y faire passer de fortes effluves; l'azote n'est que lentement absorbé d'abord, mais, quand la pression est assez diminuée, il se produit une élévation de température des fils de magnésium suffisante pour y déterminer un commencement de vaporisation qui donne un dépôt métallique sous forme de miroir sur le verre du tube, autour des fils. La combinaison de l'azote avec la vapeur de magnésium se fait alors avec une extrême rapidité et le spectre de l'azote disparaît. On peut, à partir de ce moment, constater nettement les raies rouges caractéristiques de l'argon, ou la raie jaune D_3 ainsi que les autres raies caractéristiques de l'hélium.

» On augmente l'éclat de ces spectres en introduisant, à plusieurs reprises, de nouvelles quantités de gaz dans le tube de Plücker, muni d'un bon robinet de verre, et en faisant de nouveau passer de fortes effluves.

» Si l'on continue ensuite le passage des fortes effluves pendant plusieurs heures, on voit l'intensité lumineuse des raies diminuer peu à peu et le vide se faire complètement. L'argon et l'hélium, qui ne paraissent pas se combiner d'une manière sensible avec le magnésium chauffé à la température du rouge, se combinent donc avec ce métal, ou mieux avec sa vapeur, sous l'influence prolongée de fortes effluves.

» L'emploi des effluves constitue, en effet, ainsi que l'a fait remarquer M. Berthelot, le procédé le plus énergique pour déterminer des combinaisons.

» Le platine présente, dans l'argon, des phénomènes de vaporisation et de combinaison, analogues à ceux que présente le magnésium [1]. »

---

[1] Nous avons été très habilement secondés dans ces recherches par M. Rigaut, préparateur à la Sorbonne.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Pech de Cadel** adresse une Note relative à l'emploi des explosifs comme moyen de propulsion dans la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur un groupe continu de transformations avec vingt-huit paramètres qu'on rencontre dans la théorie de la déformation des surfaces.* Note de M. **Paul Staeckel**, transmise par M. E. Picard.

« Soit donné un couple de surfaces applicables l'une à l'autre :

$$S_1(x_1, y_1, z_1) \quad \text{et} \quad S_2(x_2, y_2, z_2).$$

» Formons un nouveau couple :

$$\Sigma_1(\xi_1, n_1, \zeta_1) \quad \text{et} \quad \Sigma_2(\xi_2, n_2, \zeta_2)$$

en posant :

$$(A)\left\{\begin{array}{ll} \xi_1 = f_1(x_1, y_1, z_2; x_2, y_2, z_2), & \xi_2 = f_2(x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2), \\ n_1 = g_1(x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2), & n_2 = g_2(x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2), \\ \zeta_1 = h_1(x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2), & \zeta_2 = h_2(x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2). \end{array}\right.$$

» Dans une Note récente, insérée au *Bulletin de la Société mathématique de France* (t. XXIII, p. 106), M. P. Adam a indiqué certaines fonctions $f_1, g_1, h_1; f_2, g_2, h_2$ de $x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2$ telles que les surfaces Σ_1 et Σ_2 soient encore applicables l'une à l'autre. C'est pourquoi je me suis proposé de *déterminer toutes les substitutions* (A) *qui transforment chaque couple de surfaces applicables l'une à l'autre dans un couple de la même nature.*

» Voici le résultat de mes recherches. Posons

$$\begin{array}{lll} x_2 = i x'_2, & y_2 = i y'_2, & z_2 = i z'_2; \\ \xi_2 = i \xi'_2, & \eta_2 = i \eta'_2, & \zeta_2 = i \zeta'_2. \end{array}$$

Alors il faut et il suffit que les substitutions

$$(\mathrm{A})\left\{\begin{array}{ll}\xi_1 = f_1(x_1, y_1, z_1; ix'_2, iy'_2, iz'_2), & \xi'_2 = if_2(x_1, y_1, z_1; ix'_2, iy'_2, iz'_2),\\ \eta_1 = g_1(x_1, y_1, z_1; ix'_2, iy'_2, iz'_2), & \eta'_2 = ig_2(x_1, y_1, z_1; ix'_2, iy'_2, iz'_2),\\ \zeta_1 = h_1(x_2, y_2, z_2; ix'_3, iy'_2, iz'_2), & \zeta'_2 = ih_2(x_1, y_1, z_1; ix'_2, iy'_2, iz'_2)\end{array}\right.$$

transforment l'équation

$$dx_1^2 + dy_1^2 + dz_1^2 + dx_2'^2 + dy_2'^2 + dz_2'^2 = 0$$

dans l'équation

$$d\xi_1^2 + d\eta_1^2 + d\zeta_1^2 + d\xi_2'^2 + d\eta_2'^2 + d\zeta_2'^2 = 0,$$

c'est-à-dire qu'elles définissent une représentation *conforme* de la variété $(x_1, y_1, z_1; x'_2, y'_2, z'_2)$ sur la variété $(\xi_1, \eta_1, \zeta_1; \xi'_2, \eta'_2, \zeta'_2)$. Mais le groupe des transformations conformes d'une variété qui a plus de deux dimensions est le même que le groupe des rayons réciproques (voir *Theorie der Transformationsgruppen,* unter Miswirkung von Friedrich Engel bearbeitet von Sophus Lie, Abschnitt III, p. 351). Donc *toutes les substitutions* (A) *forment un groupe continu de transformations avec vingt-huit paramètres qui est semblable au groupe des rayons réciproques d'une variété de six dimensions.*

» M. Adam n'a trouvé qu'un cas spécial de cette solution générale, car ses équations linéaires en $x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2$ ne contiennent que *six* paramètres.

» Je ne transcrirai pas les vingt-huit transformations infinitésimales du groupe (A), qu'on formera aisément en se servant des équations (IV) de M. Sophus Lie (*loc. cit.*, p. 347). Je me contente de dire qu'elles sont *réelles,* ce qui prouve qu'à un couple *réel* S_1 et S_2 correspondent ∞^{28} couples *réels* Σ_1 et Σ_2.

» Cependant il est nécessaire d'ajouter cette restriction. Il faut considérer comme identiques des couples Σ_1 et Σ_2, qu'on peut faire coïncider par un mouvement de Σ_1 ou de Σ_2, ou par la même transformation de similitude (*Achulichkeits Transformation*) de Σ_1 et Σ_2, et, par conséquent, les substitutions (A) ne donnent que ∞^{15} couples différents de surfaces. Parmi ces couples il y a ∞^9 qui sont dérivés du couple S_1 et S_2 par des substitutions *linéaires*. En combinant ces substitutions linéaires avec la substitution *quadratique*

$$\begin{array}{lll}\xi_1 = \lambda x_1, & \xi_2 = -\lambda x_2, & \\ \eta_1 = \lambda y_1, & \eta_2 = -\lambda y_2, & \dfrac{C}{\lambda} = x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 - x_2^2 - y_2^2 - z_2^2,\\ \zeta_1 = \lambda z_1, & \zeta_2 = -\lambda z_2, & \end{array}$$

on obtient tous les couples Σ_1 et Σ_2. »

CHIMIE. — *Recherches sur les combinaisons du cyanure de mercure avec les bromures*. Note de M. **Raoul Varet**.

« J'ai poursuivi mes recherches sur les sels doubles que forme le cyanure de mercure, en examinant les combinaisons engendrées par l'union de ce sel avec les bromures des métaux alcalins, alcalino-terreux, de zinc, de cadmium. Je n'ai pas eu à m'occuper du bromocyanure de mercure et de potassium, ce sel ayant été étudié par M. Berthelot.

» I. *Bromocyanure de mercure et de sodium.* — Découvert par Caillot, ce sel répond à la formule $2HgCy^2.NaBr.4H^2O$.

» Sa chaleur de formation se calcule à l'aide des données suivantes, obtenues vers 15° :

	Cal
1° Dissolution du sel double dans l'eau qui absorbe	—24,14
2° $2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + $2NaBr$ (1 mol. = 2^{lit}) dégage	+ 0,98
3° $2HgCy^2$ sol. + eau absorbe	— 6,00
4° $2NaBr$ sol. + eau absorbe	— 0,06

» D'où l'on déduit

$2HgCy^2$ sol. + $2NaBr$ sol. + $4H^2O$ liq.
= $2HgCy^2.2NaBr + 4H^2O$ sol. dégage .... $+18^{Cal},52$

» II. *Bromocyanure de mercure et d'ammonium.* — Cette combinaison n'avait pas encore été signalée. J'ai obtenu le composé $2HgCy^2.2AzH^4Br.2H^2O$.

1° Dissolution du sel double dans l'eau absorbe à 16°	$-20^{Cal},97$
2° $2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + $2AzH^4Br$ (1 mol. = 2^{lit}) dégage	$+1^{Cal},06$

» Sachant que la dissolution de $2AzH^4Br$ absorbe $-8^{Cal},8$, on en déduit

$2HgCy^2$ sol. + $2AzH^4Br$ sol. + $2H^2O$ liq.
= $2HgCy^2.2AzH^4Br2H^2O$ sol. dégage .... $+7^{Cal},23$

» III. *Bromocyanure de mercure et de lithium.* — J'en ai indiqué la préparation (*Comptes rendus*, t. CXI, p. 526). Il répond à la formule $2HgCy^2.2LiBr.7H^2O$.

1° La dissolution de ce composé absorbe à 15°	$-18^{Cal},31$
2° $2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + $2LiBr$ (1 mol. = 2^{lit}) dégage	$+1^{Cal},25$

» Connaissant la chaleur de dissolution de $2LiBr$, soit $+22^{Cal},70$, on en conclut :

$2HgCy^2$ sol. + $2LiBr$.sol. + $7H^2O$ liq. = $2HgCy^2.2LiBr.7H^2O$ sol. dégage : $+36^{Cal},26$

» IV. *Bromocyanure de mercure et de baryum.* — Berthemot a décrit le composé $2HgCy^2.BaBr^2.6H^2O$. J'ai obtenu le sel $2HgCy^2.BaBr^27H^2O$.

1° La dissolution de ce sel dans l'eau absorbe à 14°	$-20^{Cal},98$
$2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + $BaBr^2$ (1 mol. = 4^{lit}) dégage	$+1^{Cal},29$

» Sachant que la dissolution de $BaBr^2$ dégage $+4^{Cal},00$, on en déduit

$2HgCy^2$ sol. + $BaBr^2$ sol. + $7H^2O$ liq. = $2HgCy^2.BaBr^2.7H^2O$ sol. dégage $+20^{Cal},27$

» V. *Bromocyanure de mercure et de strontium.* — Ce sel a été également signalé par Berthemot. Il répond à la formule $2HgCy^2.SrBr^2.6H^2O$.

1° La dissolution du sel double dans l'eau absorbe à 14° .... $-18^{Cal},60$
2° $2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + $SrBr^2$ (1 mol. = 4^{lit}) dégage .... $+1^{Cal},24$

» La chaleur de dissolution de $SrBr^2$ étant égale à $-16^{Cal},0$, on aura

$2HgCy^2$ sol. + $SrBr^2$ sol. + $6H^2O$ liq. = $2HgCy^2.SrBr^2.6H^2O$ sol. dégage $+29^{Cal},84$

» VI. *Bromocyanure de mercure et de calcium.* — Custer lui attribue la formule $2HgCy^2.CaBr^2.5H^2O$. J'ai obtenu le corps $2HgCy^2.CaBr^2.7H^2O$.

1° La dissolution de ce sel absorbe à 15° .... $-19^{Cal},82$
2° $2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + $CaBr^2$ (1 mol. = 4^{lit}) dégage .... $+1^{Cal},25$

» La dissolution de $CaBr^2$ dégage $+26^{Cal},40$. D'où l'on conclut

$2HgCy^2$ sol. + $CaBr^2$ sol. + $7H^2O$ liq. = $2HgCy^2.CaBr^2.7H^2O$ dégage... $+40^{Cal},47$

» VII. *Bromocyanure de mercure et de magnésium.* — J'ai signalé ce corps (*C. R.*, t. CXII, p. 1449). Il a pour formule $2HgCy^2.MgBr^2.8H^2O$.

1° La dissolution de cette combinaison absorbe à 14° .... $-15^{Cal},97$
$2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + $MgBr^2$ (1 mol. = 4^{lit}) dégage .... $+1^{Cal},44$

» Sachant que la dissolution de $MgBr^2$ dégage $+43^{Cal},3$, on déduit

$2HgCy^2$ sol. + $MgBr^2$ sol. + $8H^2O$ liq. = $2HgCy^2.MgBr^2.8H^2O$ sol. dégage. $+54^{Cal},71$

» VIII. *Bromocyanure de mercure et de zinc.* — J'ai indiqué la préparation de ce corps (*C. R.*, t. CIX, p. 809). Il a pour formule $2HgCy^2.ZnBr^2.8H^2O$.

1° La dissolution de ce sel absorbe à 15° .... $-20^{Cal},82$
2° $2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + $ZnBr^2$ (1 mol. = 4^{lit}) dégage .... $+1^{Cal},33$

» La chaleur de dissolution de $ZnBr^2$ étant égale à $+15^{Cal},00$, on aura

$2HgCy^2$ sol. + $ZnBr^2$ sol. + $8H^2O$ liq. = $2HgCy^2.ZnBr^2.8H^2O$ sol. dégage $+31^{Cal},15$

» IX. *Bromocyanure de mercure et de cadmium.* — J'ai signalé ce composé (*C. R.*, t. CXI, p. 679). Sa formule est $HgCy^2.CdBr^2.3H^2O$.

1° La dissolution de ce composé absorbe à 15° .... $-12^{Cal},5$
2° $HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + $CdBr^2$ (1 mol. = 4^{lit}) dégage .... $+0^{Cal},72$
3° $HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + $CdBr^2$ (1 mol. = 4^{lit}) dégage .... $+0^{Cal},60$

» La dissolution de $CdBr^2$ dégage $+0^{Cal},4$. D'où l'on conclut

$HgCy^2$ sol. + $CdBr^2$ sol. + $3H^2O$ liq. = $HgCy^2.CdBr^2.3H^2O$ sol. dégage. $+10^{Cal},5$

» *Constitution des bromocyanures.* — Pour établir la constitution des combinaisons du cyanure de mercure avec les bromures, j'ai utilisé les mêmes méthodes que pour les chlorocyanures (voir *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 348).

» *a.* A la température ordinaire, les solutions des bromocyanures, additionnées du picrate de la même base que celle du bromure que l'on a fait réagir sur le cyanure de mercure, engendrent à la longue des traces

d'isopurpurates. Ce qui montre que, dans ces solutions, la presque totalité du cyanogène reste unie au mercure, c'est-à-dire qu'elles contiennent principalement des sels doubles du type $2HgCy^2.M''Br^2$, avec une très petite quantité des sels triples $HgCy^2.M''Cy^2.HgBr^2$.

» Le même réactif permet de constater que la proportion du système $HgCy^2MCy^2HgBr^2$ croît avec la température. Toutes choses égales d'ailleurs, le phénomène est beaucoup plus marqué qu'avec les chlorocyanures.

» *b*. Le cyanure de mercure n'agit pas sur la teinture de tournesol, ce qui le distingue des cyanures des métaux alcalins et alcalino-terreux qui ramènent au bleu la teinture rouge.

» Les solutions des bromocyanures, contrairement à celles des chlorocyanures, bleuissent légèrement, même à froid, le tournesol, ce qui indique qu'elles contiennent une petite quantité de cyanogène non uni au mercure, et en combinaison avec le potassium, le sodium, etc., suivant la nature de la solution étudiée.

» *c*. La discussion thermochimique de ces réactions conduit aux mêmes conclusions, c'est-à-dire que les liqueurs examinées sont constituées en grande partie par le système $2HgCy^2.MBr^2$. Ainsi la transformation de $2HgCy^2 + 2NaBr$ en $HgCy^2 + Na^2Cy^2 + HgBr^2$ absorberait dans l'état dissous $-21^{Cal},7$, quantité qui devrait être compensée par la formation du cyanure double $HgCy^2, 2NaCy$, soit $+12^{Cal},4$ et par son union avec $HgBr^2$, qui devrait alors dégager $+8^{Cal},3$. Un pareil effet thermique est en opposition avec les faits suivants : M. Berthelot, au cours de ses recherches sur les sels doubles engendrés par les sels de mercure, a constaté que les chaleurs de formation des combinaisons iodées étaient toujours supérieures à celles des composés bromés, plus fortes elles-mêmes que celles des dérivés chlorés. Or je montrerai, dans une prochaine Communication, que l'union de l'iodure mercurique jaune (c'est cette variété qni existe dans les iodocyanures) avec le cyanure double de mercure et de sodium dégage $+2^{Cal},2$. Le bromure mercurique, en s'unissant avec le même cyanure double, devrait donc dégager une quantité de chaleur inférieure à $+2^{Cal},2$ et, par suite, la formation du sel triple $HgCy^2, 2NaCy.HgBr^2$ dissous, calculée à partir du cyanure de mercure dissous et du bromure de sodium dissous, se ferait avec une absorption de $-6^{Cal},0$ au minimum. L'expérience nous a montré, au contraire, que cette réaction dégageait $+0^{Cal},98$. La discussion thermique confirme donc les conclusions déduites des propriétés chimiques des dissolutions étudiées. On arrive au même résultat pour les autres bromocyanures. »

CHIMIE. — *Sur la formation de l'hydrogène sélénié.* Note de M. **H. Pélabon.**

« Dans une précédente Note (¹), nous avons montré que le sélénium liquide, chauffé en présence d'un mélange d'hydrogène et d'acide sélénhydrique, absorbe une quantité notable de ce dernier gaz qu'il laisse dégager en partie par refroidissement. Il est important de tenir compte de cette circonstance dans l'étude de *l'influence de la température sur la formation de l'acide sélénhydrique.*

» Pour faire cette étude, on chauffe en tube scellé du sélénium et de l'hydrogène, pendant un temps suffisamment long; au bout de ce temps, on détermine, après refroidissement brusque, la quantité d'hydrogène sélénié que le tube renferme. Celle-ci se compose :

» 1° De la quantité d'hydrogène sélénié que le sélénium a dégagé en reprenant l'état solide;

» 2° De la quantité du même gaz que le tube renfermait à la température de l'expérience. (On peut, en effet, admettre sans erreur sensible que cette quantité n'a pas varié lors du refroidissement brusque.)

» Il résulte de là que, toutes choses égales, la composition finale du mélange gazeux devra dépendre de la masse de sélénium mise dans le tube; l'expérience vérifie cette première conséquence. En outre, la composition du même mélange gazeux se rapprochera d'autant plus de celle du mélange pris à la température de l'expérience, que la masse de sélénium sera plus faible.

» Or, ce qu'il importe de connaître, c'est précisément la composition du mélange gazeux à la température de l'expérience; c'est pourquoi nous avons repris l'étude de l'influence de la température sur la formation de l'hydrogène sélénié, en employant *le moins possible de sélénium, mais suffisamment toutefois pour que, à la température de l'expérience, il reste un peu de sélénium liquide dans le tube.* La méthode que nous avons suivie dans cette étude est, sauf la restriction précédente, identique à celle que M. Ditte a indiquée dans un travail très important sur le même sujet (²).

» Pour chaque température, nous avons déterminé la valeur du rapport $\frac{p_1}{p_2}$ de la pression partielle de l'hydrogène pur à la pression partielle

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1292.

(²) Ditte, *Annales de l'École Normale supérieure*, 2ᵉ série, t. I; 294.

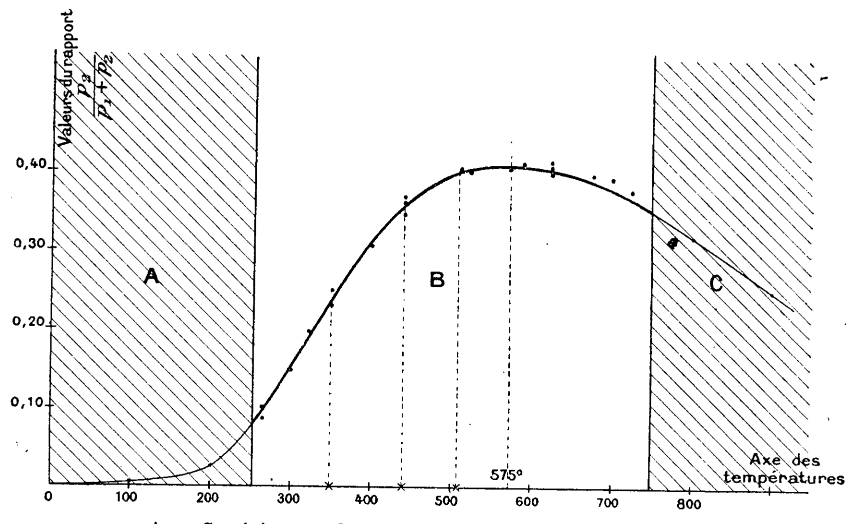
de l'acide sélénhydrique dans le mélange obtenu. Nous avons alors pu constater que ces valeurs sont remarquablement représentées en fonction de la température par une équation de la forme

$$(1) \qquad \log \frac{p_1}{p_2} = \frac{M}{T} + N \log T + S,$$

équation que MM. Gibbs et Duhem ([1]) ont, moyennant certaines restrictions, déduite de l'étude thermodynamique de la dissociation.

» Dans cette relation, M, N, Z sont des constantes; T est la température absolue correspondante à la température de l'expérience; le symbole log signifie logarithme népérien.

» Trois expériences, faites à des températures différentes [350°, 440°, 510°], nous ont permis de calculer les valeurs de M, N, Z : nous avons trouvé respectivement les nombres : 13170, 3; 15, 53; 119, 88. La formule et l'expérience s'accordent d'une manière remarquable. Il suffit, pour s'en convaincre, de considérer la figure ci-contre, qui donne la courbe



A et C, régions où la courbe théorique seule a été tracée.

des valeurs du rapport $\frac{p_2}{p_1 + p_2}$ déduites de la formule; les points isolés donnent les valeurs [du même rapport] trouvées directement par l'expérience.

» *Première conséquence.* — La discussion de l'équation (1) montre que

---

([1]) Duhem, *Sur la dissociation, etc.* (*Mémoires de la Faculté des Sciences de Lille*).

le rapport $\rho = \frac{p_2}{p_1 + p_2}$ doit avoir une valeur maxima pour la température t définie par l'égalité

$$t = \frac{M}{N} - 273;$$

ce qui fait, avec les valeurs de M et de N que nous avons déduites de notre étude expérimentale, $t = 575°$.

» L'expérience confirme l'exactitude de ce résultat théorique. Si au delà de 575° les valeurs de ρ données par l'expérience sont toujours, il est vrai, supérieures aux valeurs de ρ que l'on déduit de la relation (1), elles montrent cependant nettement l'existence d'un maximum de ce rapport.

» Cette particularité remarquable de l'acide sélénhydrique de présenter, à une certaine température, un maximum de stabilité ou un minimum de dissociation, a été signalée pour la première fois par M. Ditte (¹).

» *Seconde conséquence.* — Il résulte du travail de M. Duhem (²) relatif à la dissociation de l'acide sélénhydrique et des composés analogues, que la chaleur de formation L de l'unité de masse du composé est donnée par la relation

$$L = \frac{R}{E} \frac{\varpi_1}{\varpi_2} \sigma_1 [NT - M],$$

dans laquelle ϖ_1 et ϖ_2 sont les poids moléculaires de l'hydrogène et de l'acide sélénhydrique, σ_1 le volume spécifique de l'hydrogène à 0° C. et sous la pression normale, R la constante des gaz, E l'équivalent mécanique de la chaleur.

» On aura, en remplaçant les lettres par leur valeur, pour la chaleur de formation rapportée au poids moléculaire du composé

$$\varpi_2 L = 1,98835 [T \times 15,53 - 13171].$$

» Si l'on suppose la température égale à 15°, ce qui revient à faire dans la relation précédente $T = 273 + 15 = 288$, on trouve

$$\varpi_2 L = -17380 \text{ (grammes-petites calories)}.$$

» M. Fabre (³) a trouvé, par des méthodes calorimétriques, environ le

---

(¹) DITTE, *Annales de l'École Normale supérieure*, 2ᵉ série, t. I, p. 295.

(²) DUHEM, *Sur la dissociation, etc.* (*Mémoires de la Faculté des Sciences de Lille*, p. 181).

(³) FABRE, *Annales de Physique et de Chimie*, 6ᵉ série, t. X, p. 482.

nombre — 18000 pour chaleur de formation de l'hydrogène sélénié en partant du sélénium vitreux et de l'hydrogène.

» L'accord entre ces deux nombres est remarquable. La différence qui existe entre eux s'expliquera facilement si l'on remarque que, d'une part, les formules (1) et (3) ont été établies en attribuant à l'hydrogène et à l'acide sélénhydrique les propriétés des gaz parfaits; d'autre part, on a appliqué la formule (3) en dehors des limites des températures qui ont servi à déterminer M et N [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide carbonique, action de l'eau et des alcalis sur l'acide cyanurique et ses sels de sodium et de potassium dissous.* Note de M. **Paul Lemoult**.

« J'ai montré que l'acide cyanurique dissous est un acide très faible, puisque sa neutralisation par la soude ou la potasse dégage environ $12^{Cal},6$, quantité à peine supérieure d'un dixième à la chaleur de neutralisation par les même bases de l'acide carbonique formant des bicarbonates dissous. La comparaison de ces deux acides, en vue de l'application du principe du travail maximum, conduit à des conséquences simples que l'expérience vérifie facilement. A partir du cyanurate monosodique dissous, la formation du sel trisodique dissous dégage $+6^{Cal},1$, et à partir de l'acide dissous, la formation de ce même sel dégage $12^{Cal},6$. D'autre part,

$$CO^2 \text{ diss.} + NaOH \text{ diss.} = CO^3NaH \text{ diss.} \ldots\ldots \quad +11^{Cal}$$

» Donc, l'acide carbonique doit enlever au cyanurate trisodique une partie de son métal et le ramener à l'état de sel monosodique; si la première solution est concentrée, le sel formé étant moins soluble se précipitera. On constate, en effet, en faisant passer un courant de CO^2 dans du cyanurate trisodique dissous, qu'il se précipite du cyanurate monosodique identique à celui qu'on prépare directement; l'élévation de température résultante est appréciable, même par des moyens grossiers.

» De plus, si l'on remarque que le cyanurate monosodique est formé à partir de l'acide cyanurique avec un dégagement de $6^{Cal},74$, on est amené à penser qu'un courant d'acide carbonique, traversant une solution de ce sel, doit mettre entièrement l'acide en liberté : la différence de solubilité du sel et de l'acide permet, en opérant sur une solution saline concentrée, de

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lille.

rendre visible ce déplacement, qui, déjà possible à cause de la réaction que je viens d'indiquer, est encore facilité par la précipitation de l'acide qu'on obtient ainsi pur et cristallisé. Ces deux réactions, dont la première seulement était signalée, m'ont souvent servi à régénérer l'acide cyanurique et ses monosels de Na et de K. Dans le même but, j'ai employé l'acide chlorhydrique, qui, agissant sur une solution d'un quelconque des cyanurates, dégage l'acide de sa combinaison en vertu de l'excès de sa chaleur propre de neutralisation et le précipite à l'état de pureté.

» J'ai indiqué, dans une précédente Note, que si, après avoir neutralisé une solution d'acide cyanurique, on l'abandonne pendant quelque temps à elle-même, elle est susceptible de donner, avec les alcalis, de nouveaux dégagements de chaleur. D'un autre côté, j'ai également montré que les cyanurates de Na et de K ne sont pas dissociés sensiblement par l'eau; aussi, pour expliquer le résidu thermique de l'acide, j'ai supposé une décomposition lente du corps dissous avec formation d'ammoniaque; or ce dernier point, en effet, peut être facilement contrôlé.

» L'expérience étant disposée comme on le fait pour les dosages d'ammoniaque à froid, au bout de quelques heures, le réactif de Nessler accuse nettement dans la liqueur sulfurique la présence de cet alcali; au bout de cinq ou six jours, le titre de l'acide sulfurique juxtaposé a baissé, et cet abaissement correspond exactement à la neutralisation partielle de SO^4H^2 étendu par toute l'ammoniaque que peut donner l'acide cyanurique employé. Ainsi, en prenant 50^{cmc} d'acide cyanurique ($1 \text{ mol} = 120^{lit}$) et 10^{cmc} d'acide sulfurique ($SO^4H^2 = 4^{lit}$), ils n'exigent plus, pour la neutralisation, que $8^{cmc},74$ de soude ($NaOH = 2^{lit}$); la réaction est donc complète, sans doute avec régénération de l'acide carbonique, dont l'acide cyanurique est un amide condensé.

» Si l'hypothèse de cette décomposition est exacte, le résidu thermique de l'acide cyanurique doit pouvoir être annulé en opérant rapidement, et exagéré en laissant un long intervalle entre chaque neutralisation. En prenant une solution récemment préparée de cyanurate monosodique, et en la neutralisant par degrés, mais aussi rapidement que possible, elle a donné $+4^{Cal},2$ à la première molécule, $+1^{Cal},8$ à la deuxième molécule, aucun dégagement de chaleur à la troisième molécule, pas plus qu'en ajoutant un grand excès de soude; mais douze heures après, une nouvelle addition de base dégageait $0^{Cal},25$; quelques instants après, une nouvelle addition ne produisait aucun effet thermique.

» Voici une autre expérience conduite lentement :

Acide cyanurique $= 120^{lit}$.	Cal	Soude $= 2^{lit}$.
1re molécule de soude......	6,74	Les expériences se suivent à 20 minutes d'intervalle.
2e »	4,12	
3e »	1,71	
4e »	0,5	
5e »	0,1	
6e »	0,0	

Acide cyanurique = 120^{lit}.	Cal	Soude = 9^{lit}.
7e molécule de soude......	1,14	36 heures après la 6e.
8e »	0,95	à 20 minutes d'intervalle.
9e »	0,4	
10e »	0,1	

» Dans un grand nombre de cas, ces résidus thermiques se sont élevés, aussi bien avec la potasse qu'avec la soude, à environ $4^{Cal},5$; ils étaient d'autant plus élevés que l'expérience est commencée depuis plus longtemps, et que la proportion d'alcali est plus élevée; il y a donc bien une décomposition lente, favorisée par la présence des bases. Cette action est tout à fait conforme au principe du travail maximum, car on a

$$C^3Az^3O^3H^3_{diss.} + 3H^2O + Aq = 3CO^2_{diss.} + 3AzH^3_{diss.} + 200^{Cal};$$

de plus, la présence de l'acide carbonique ou du carbonate d'ammoniaque explique l'influence accélératrice d'un excès de base; cette décomposition rend compte de tous les faits observés; l'acide cyanurique, comme l'acide cyanique, est décomposé par l'eau, surtout en présence des bases, et alors la réaction devient peu à peu complète; néanmoins, on peut, dans des expériences de neutralisation, la regarder comme n'ayant aucune influence sur les résultats. »

SPECTROSCOPIE. — *L'éclipsoscope, appareil pour voir la chromosphère et les protubérances solaires.* Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« Pour voir les protubérances autour du disque solaire, il faut tourner le spectroscope à fente élargie autour de l'axe, de manière à amener la fente radialement ou tangentiellement au bord solaire, méthode peu commode et produisant, à cause de l'aberration prismatique, une déformation plus ou moins grande des grandes protubérances.

» En 1883, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie mon parallélépipède, dont la dispersion atteint 25° entre les raies A et H de Frauenhofer. Il consiste en deux prismes : l'un en crown lourd peu dispersif; l'autre creux, de même angle, rempli d'anéthole (huile éthérique d'anis), substance dont l'indice de réfraction est beaucoup plus grand que celui du crown pour la raie H, mais plus petit pour la raie A. Les deux prismes forment un parallélépipède dont la section suivant l'axe est un rectangle. Si ce rectangle est mis en rotation autour de l'axe du parallélépipède, on obtient un cône de crown, et le prisme creux rempli de liquide engendre un cône creux enveloppant le cône de crown ou de quartz.

» Nous obtenons, pour ainsi dire, un nombre infini de spectroscopes, sensiblement à vision directe, et exempts de l'aberration prismatique; car, à cause de la réfraction moyenne des deux milieux réfringents et de l'égalité d'angle des deux prismes, l'aberration du prisme de verre est corrigée par l'aberration en sens inverse du prisme liquide. La vision est directe pour les rayons orangés, et l'on projette l'image du Soleil sur ce spectroscope conique, recouvert en avant d'une plaque d'étain en feuille, dans laquelle on a pratiqué une fente circulaire.

» On se sert, pour cette opération, d'un télescope muni d'une lentille de Barlow pour former une image nette de l'astre, précisément de même diamètre que le disque circulaire central de la feuille d'étain. La chromosphère et les protubérances sont seules à déborder et leurs radiations traversent seules la fente circulaire, qui est disposée pour les recevoir. Chaque point du bord solaire émet des rayons qui rencontrent un spectroscope donnant un spectre élémentaire rectiligne, dans la direction du rayon correspondant du disque solaire.

» M. Duboscq a construit pour moi ce petit appareil. Le cône de crown lourd est collé sur une plaque de verre à faces parallèles, fixée dans un tube de zinc cylindrique. Près de l'autre bout du cône de verre, se trouve fixée une autre plaque de verre semblable à la première, qui ferme hermétiquement le cylindre creux de zinc. Une ouverture latérale bien bouchée permet de remplir l'appareil avec de l'anéthole pur.

» On voit, en regardant une bougie à distance, un spectre très large et circulaire, une sorte d'arc-en-ciel; en interposant une couche de solution de violet d'aniline, combinée avec un peu de vert de la même substance, on parvient à absorber toutes les radiations, à l'exception de la lumière rouge correspondant à la raie de l'hydrogène. En projetant l'image du Soleil, en la maintenant à sa place par un mouvement d'horlogerie, et en regardant la fente circulaire de l'oculaire qui permet de voir l'image nette de la fente, on aperçoit, tout autour du bord solaire, les images très nettes, à la lumière monochromatique rouge, de la chromosphère tout entière et des protubérances, sans trace de déformation et d'un seul coup d'œil.

» En interposant devant l'œil une couche de solution aqueuse d'acide chromique et de sulfate de cuivre, on obtient une lumière monochromatique jaune, correspondant à la raie principale du spectre de la couronne solaire ; on peut voir les parties les plus brillantes de la couronne, en arrêtant le mouvement d'horlogerie. On peut même projeter l'image, pour ainsi dire, de l'éclipse solaire artificielle, au moyen d'une lentille photogra-

phique, dans une chambre noire photographique donnant des clichés sur des plaques orthochromatiques, soit des protubérances, soit de la couronne. On peut même faire ces opérations à la main, sans avoir besoin d'une lunette équatoriale. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une nouvelle Note relative à la possibilité de prévoir de grandes perturbations atmosphériques ou sismiques, pendant le passage des essaims périodiques d'étoiles filantes, quand on observe en même temps une grande activité à la surface solaire.

L'auteur rappelle, de nouveau, qu'il a pu ainsi annoncer les grands orages qui ont sévi en France, le 10 août. Il a annoncé également ceux du 23, qui devaient être suivis d'orages moins forts le 28.

Une brochure que M. Zenger dépose sur le bureau de l'Académie donne, pour l'année 1886, les photographies solaires à l'époque des grandes perturbations qui ont produit de violents orages, et des tremblements de terre, aux mêmes dates, en Angleterre, en France, en Allemagne, en Autriche-Hongrie, ainsi que dans l'Asie, dans l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 septembre 1895.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Septembre 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Août 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; in-8°.

Sur les noyaux des Urédinées, par MM. G. Poirault et M. Raciborski. (Extrait du *Journal de Botanique.*) Paris, J. Mersch; br. in-8°.

Direction générale des Douanes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1894. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 1 vol. in-4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 27 août 1895. Paris, G. Masson; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. N° 7. Bruxelles, 1895; 1 fasc. in-8°.

Sull'attuale eruzione del Vesuvio. Nota di Venturino Sabatini, Ingegnere nel R. corpo delle Miniere. Roma, G. Bertero, 1895; br. in-8°.

Memorie della regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena. Série II. Volume X. Modena, 1894; 1 vol. in-4°.

Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1894. Berlin, 1894; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 SEPTEMBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Lovén*, de Stockholm, Correspondant pour la Section d'Anatomie et de Zoologie, décédé le 3 septembre dernier.

M. le Président rappelle que les Travaux de M. Lovén ont porté sur les Mollusques, les Crustacés, les Annélides et les Échinodermes, et sur l'anguillule du froment. On lui doit une étude sur la distribution bathymétrique de la faune sous-marine dans les mers du nord de la Scandinavie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Wladimir de Nicolaiew** adresse une Note portant pour titre « Sur la tentative pour manifester les courants du déplacement électrique et sur l'induction magnétique du fer à l'état alternatif. »

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Résultats des observations solaires, faites à l'observatoire royal du Collège romain, pendant le 1er semestre* 1895. Note de M. P. TACCHINI.

Taches et facules.

1895.	Nombre de jours d'observation.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
Janvier....	17	14,30	0	54,1	65,6	3,8
Février....	14	17,86	0	61,5	53,9	5,2
Mars......	26	18,73	0	67,3	74,6	4,3
Avril......	22	22,50	0	86,5	120,9	5,7
Mai.......	20	17,80	0	57,4	55,0	4,7
Juin.......	27	21,22	0	60,0	57,4	4,7

» La diminution du phénomène des taches solaires, constatée pendant les derniers mois de l'année précédente, a été constatée encore dans ce premier semestre de 1895, avec un minimum secondaire bien marqué en janvier. Le nombre moyen des groupes de taches s'est conservé à peu près le même que dans le dernier trimestre 1894, c'est-à-dire qu'on peut considérer le phénomène des taches comme stationnaire, depuis octobre 1894 jusqu'à juin 1895. On s'approche ainsi lentement, selon la règle, du véritable minimum.

» Pour les protubérances, nous avons obtenu les résultats suivants :

1895.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Janvier.........	10	2,60	31",9	2°,4
Février.........	12	5,25	43,3	2,2
Mars...........	18	6,89	46,0	1,9
Avril...........	18	7,11	41,1	1,8
Mai............	17	7,94	40,0	1,7
Juin............	25	6,96	37,2	1,6

» La saison n'a pas été favorable, surtout au commencement de l'année, mais il semble qu'on peut admettre qu'il y a eu correspondance entre le

minimum secondaire des taches et celui des protubérances dans le mois de janvier; après quoi, est survenue une faible augmentation dans les phénomènes de la chromosphère.

» Quant à la distribution en latitude des phénomènes solaires, je l'ai calculée par trimestre; j'ai obtenu les résultats suivants pour les deux hémisphères du Soleil :

Latitudes.	Protubérances. 1er trimestre.		Protubérances. 2e trimestre.	
90° + 80°	0,000		0,000	
80 + 70	0,000		0,000	
70 + 60	0,005		0,002	
60 + 50	0,009		0,020	
50 + 40	0,009	0,505	0,055	0,581
40 + 30	0,054		0,100	
30 + 20	0,116		0,148	
20 + 10	0,138		0,128	
10 + 0	0,174		0,128	
0 — 10	0,089		0,084	
10 — 20	0,125		0,082	
20 — 30	0,111		0,110	
30 — 40	0,049		0,068	
40 — 50	0,094	0,495	0,053	0,419
50 — 60	0,022		0,015	
60 — 70	0,000		0,000	
70 — 80	0,005		0,000	
80 — 90	0,000		0,007	

» Pendant le premier trimestre, les protubérances présentent presque la même fréquence au sud et au nord de l'équateur, tandis que, dans le second, elles sont plus nombreuses dans les zones boréales; peut-être sommes-nous déjà en présence d'une autre période de plus grande activité au nord. Le nombre des protubérances a été toujours considérable dans la grande zone $0° \pm 50°$; elles sont, au contraire, très rares entre $\pm 50°$ et $\pm 90°$.

Latitudes.	Facules. 1er trimestre.		Facules. 2e trimestre.	
50° + 40°	0,000		0,000	
40 + 30	0,006		0,018	
30 + 20	0,055	0,423	0,084	0,458
20 + 10	0,178		0,205	
10 + 0	0,184		0,151	

Latitudes.	Protubérances. 1er trimestre.		2e trimestre	
0°— 10°	0,184	0,577	0,151	0,542
10 — 20	0,221		0,218	
20 — 30	0,123		0,151	
30 — 40	0,043		0,022	
40 — 50	0,006		0,000	

» La fréquence des facules se continue plus grande dans les zones australes, et le maximum de fréquence est toujours dans la zone 10° — 20°.

Latitudes.	Taches. 1er trimestre.		2e trimestre.	
30°+20°	0,056	0,465	0,080	0,505
20 + 10	0,296		0,241	
10 + 0	0,113		0,184	
0 — 10	0,183	0,535	0,115	0,495
10 — 20	0,253		0,300	
20 — 30	0,099		0,080	

» Les taches, comme les facules, présentent leur maximum dans la zone — 10°— 20°, mais elles ne dépassent pas les parallèles ± 30°; quant à la distribution générale des groupes, on a déjà un indice du passage au nord d'une fréquence plus grande qu'au sud. On n'a pas observé d'éruptions métalliques, ni de phénomènes dignes de remarque dans la chromosphère, à la place des taches. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les efforts développés par les différences de température entre les deux semelles d'une poutre à travées solidaires.* Note de M. **Deslandres**, présentée par M. Maurice Lévy.

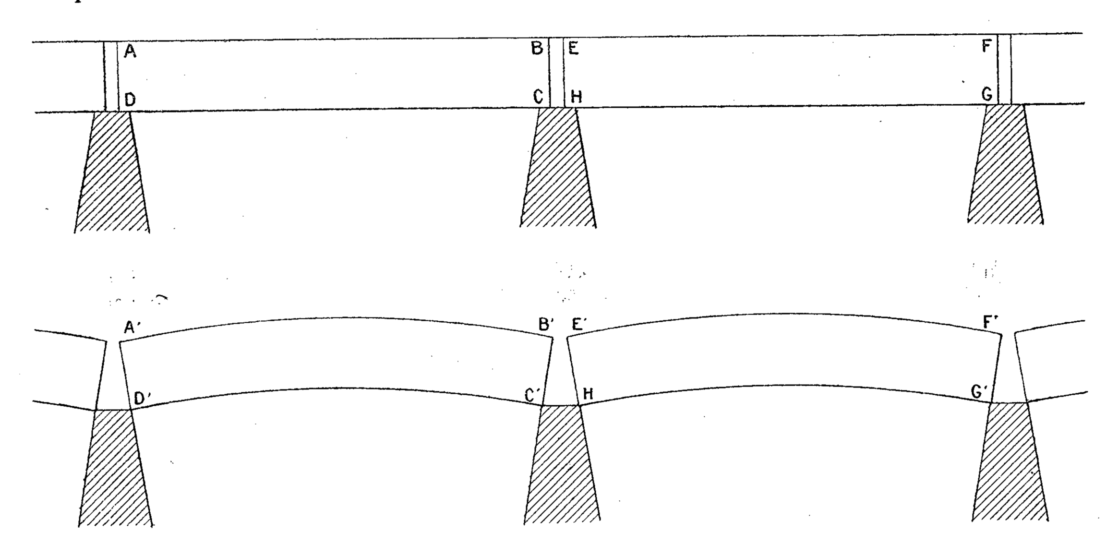
« On admet d'une façon très générale que les poutres à travées solidaires sont à résistance égale plus économiques que les poutres à travées indépendantes. Nous pensons que cette supériorité n'a pas l'importance que les calculs tels qu'ils sont faits habituellement semblent donner aux travées continues. Nous avons constaté, en effet, que dans certaines circonstances les plates-bandes des poutres à travées solidaires sont exposées à des efforts spéciaux qui ne se produisent pas dans les plates-bandes des poutres à travées indépendantes. La cause de ces efforts est la différence de

température qui peut exister entre la semelle supérieure et la semelle inférieure d'une même poutre, différence de température qui s'explique très facilement.

» Considérons, pour fixer les idées, une travée comportant deux poutres de rive et un tablier inférieur. Sous l'action de la radiation solaire les semelles supérieures peuvent s'échauffer notablement; par contre, il y a fréquemment une des deux semelles inférieures qui se trouve dans l'ombre du tablier et dont la température diffère peu de celle de l'air ambiant.

» Si la travée est indépendante, la semelle supérieure s'étant dilatée pendant que la semelle inférieure s'est raccourcie, la travée va se cintrer en se relevant; cet effet peut être très considérable; comme preuve, nous pouvons citer la constatation faite sur le pont de Creil, lorsque l'on a procédé aux épreuves par poids mort. La charge ayant été amenée progressivement sur la travée, on constata, lorsqu'elle eut été complètement mise en place, que la flèche était négative; malgré l'action de la surcharge la travée présentait un léger relèvement qui ne pouvait s'expliquer que par une différence de température entre les deux plates-bandes.

» Pour les travées indépendantes, l'effet d'un inégal échauffement des plates-bandes se réduit donc à une variation de la flèche au milieu de la portée.



» Pour les travées solidaires, le phénomène est tout autre; soit A, B, C, D, E, F, G, H deux travées solidaires contiguës; si ces travées étaient indépendantes, la semelle inférieure étant plus froide que la semelle supé-

rieure, elles se cintreraient, les points B et E se rapprocheraient, les points C et H s'écarteraient.

» Mais, par suite de la solidarité des travées, ce rapprochement et cet écartement sont impossibles; et, malgré la différence des températures, la semelle supérieure et la semelle inférieure doivent conserver des longueurs sensiblement égales; il en résulte dans la semelle supérieure, que nous supposons plus chaude, un effort de compression; dans la semelle inférieure, plus froide, un effort d'extension. Or, au milieu de la portée, la plate-bande supérieure travaille à la compression, la plate-bande inférieure à l'extension; les efforts d'extension et de compression que nous venons de signaler se superposent aux efforts qui se produisent normalement dans les plates-bandes sous l'action des charges. L'inégal échauffement des plates-bandes donne donc lieu à des efforts supplémentaires dans le cas des travées solidaires, qui ne se produisent pas dans le cas des travées indépendantes.

» Nous avons fait récemment deux expériences permettant de déterminer, non pas le maximum des efforts qui peuvent se développer ainsi, mais simplement l'ordre de grandeur de ces efforts.

» Les deux expériences ont été faites sur le viaduc de Bezons; l'ouvrage établi sur le petit bras de la Seine est du type à tablier inférieur, supporté par deux poutres de rive; les deux semelles d'une même poutre sont reliées par de robustes montants et un treillis à mailles très serrées.

» La première expérience a eu lieu le 8 juillet 1895; la méthode pour déterminer la température d'une tôle consistait à fixer sur cette tôle, au moyen d'une mâchoire à vis, une plaque de cuivre; la plaque de cuivre était percée, suivant sa longueur, d'un trou cylindrique de 8^{mm} de diamètre, dont l'axe était situé dans le plan de symétrie de la plaque; le trou cylindrique était séparé par une épaisseur de 1^{mm} seulement de la face destinée à être appliquée contre la tôle; ce trou recevait un thermomètre; un petit écran empêchait la radiation solaire d'atteindre directement la plaque de cuivre, de telle sorte que la température du thermomètre était due uniquement à la chaleur communiquée par la tôle.

» Nous avons trouvé ainsi pour la plate-bande supérieure une température de 37° et pour la plate-bande inférieure une température de 24°, ce qui donne une différence de 13° entre les deux plates-bandes.

» La seconde expérience a eu lieu le 29 août 1895; la mesure des températures a été faite avec un thermomètre de contact; on a constaté 42°,2 pour la semelle supérieure, 28°,4 pour la semelle inférieure, soit un écart de 13°,8; la température de l'air à l'ombre était 27°.

» Dans cette dernière expérience, si l'on admet que la température moyenne de la travée est la moyenne des deux températures extrêmes, si l'on prend pour coefficient de dilatation du fer le chiffre de 0,0000123, pour coefficient d'élasticité celui de

$20(10)^9$, on voit que l'effort de compression développé dans la semelle supérieure est de

$$(6^\circ,9)(0,0000123)(20)(10)^9 = 1\,700\,000^{\text{kg}},$$

soit $1^{\text{kg}},7$ par millimètre carré.

» Mais l'effort que nous avons ainsi calculé est l'effort moyen; dans la section qui est affaiblie par la rivure, l'effort est plus considérable; les plates-bandes ayant 600^{mm} de large et présentant quatre trous de rivets de 25^{mm} sur une même ligne transversale, l'effort dans la section affaiblie est de

$$(1^{\text{kg}},7)\frac{6}{5} = 2^{\text{kg}},04.$$

» Ainsi l'effort supplémentaire occasionné par la différence de température des deux semelles était dans notre expérience de près de 2^{kg} par millimètre, presque le tiers du travail maximum fixé par la circulaire du 31 août 1891.

» Il convient de remarquer que ce chiffre de 2^{kg} est un minimum; nous avons, en effet, admis le chiffre de $35^\circ,3$ pour la température moyenne de la poutre : ce n'est qu'une hypothèse; si cette température était par exemple de 33°, l'effort réel aurait été de

$$(2^{\text{kg}},04)\frac{42^\circ,2 - 33^\circ}{42^\circ,2 - 35^\circ,3} = 2^{\text{kg}},6.$$

» Nous ajouterons enfin que le pont de Bezons avec son treillis à mailles serrées n'était que médiocrement favorable à la constatation de différences de température entre les deux semelles.

» Nous l'avons choisi pour nos premières expériences en raison de la facilité avec laquelle les deux semelles étaient accessibles.

» *En résumé*, il ressort des expériences que nous avons faites que les différences de température qui peuvent exister entre les deux semelles d'une poutre à travées solidaires donnent lieu à des efforts supplémentaires de compression et d'extension atteignant fréquemment pendant la saison chaude le chiffre de 2^{kg} par millimètre.

» Il est à prévoir, en outre, que dans les pays chauds l'effet peut être encore plus énergique et doit mettre les poutres à travées solidaires dans un état d'infériorité notable par rapport aux poutres à travées indépendantes. »

Observations sur la Note précédente de M. Deslandres, par M. Maurice Lévy.

» La Note qui précède me paraît importante au point de vue de l'étude et même de l'emploi des poutres droites dans l'Art des constructions. Jusqu'ici les praticiens ont toujours admis qu'il suffit de poser ces pièces sur glissières ou sur rouleaux, de façon à leur assurer une entière liberté de dilatation longitudinale, pour les soustraire à tout danger pouvant résulter des changements dans la température.

» Il en serait ainsi, en effet, si la température variait toujours uniformément dans toutes leurs parties. Mais M. Deslandres a observé, sur diverses poutres de ponts, de notables différences de température entre les semelles supérieures et inférieures, et il doit en être ainsi fréquemment, puisque la semelle supérieure peut se trouver en plein soleil, pendant que la semelle inférieure est à l'ombre et même refroidie par le voisinage de l'eau et les courants d'air que ce voisinage peut provoquer.

» S'il s'agit d'une poutre libre ou reposant sur deux appuis simples qui lui laissent la faculté de se déformer librement en tous sens, il n'en résulte aucun inconvénient; elle se courbera, sans que cette courbure fasse naître des forces élastiques. Il en est autrement si elle porte sur plus de deux appuis ou même sur deux appuis avec encastrements, ce qui ne lui permet plus de se déformer de la même manière que si elle était libre. Alors toute différence de température entre les deux semelles modifiera les efforts élastiques que la poutre supporte et augmentera ces efforts en certains points.

» M. Deslandres a cherché à se rendre compte des nouveaux efforts qui doivent ainsi se produire. Au pont de Bezons, qui est formé de poutres à travées solidaires, il a constaté, le 29 août dernier, une différence de température de 13°,8 entre les deux semelles de l'une des poutres. Il en déduit qu'il a dû se produire de ce fait une force élastique de $1^{kg},7$ par millimètre carré, s'élevant à $2^{kg},04$ dans les parties affaiblies par les trous des rivets; c'est à peu près le tiers du travail maximum que l'on admet d'ordinaire pour les fers.

» La question mérite donc examen.

» Le calcul de M. Deslandres repose sur cette hypothèse : que, en raison de la solidarité des travées, les deux semelles sont forcées de conserver

leurs longueurs, malgré la différence de leurs températures. Or, il n'y a aucune raison pour que cette hypothèse se réalise d'une manière générale. On peut donc mettre en doute le résultat numérique fourni par M. Deslandres qui déclare, du reste, qu'il s'est proposé seulement de trouver l'ordre de grandeur du phénomène sans prétendre à en donner la valeur exacte.

» En fait, une poutre inégalement échauffée en ses différents points se gondole, qu'elle soit libre ou non; mais elle se gondole différemment dans les deux cas. C'est la différence entre ces deux modes de déformation qu'il faut obtenir; c'est elle qui déterminera les forces élastiques développées. En supposant chaque semelle à une température uniforme, la poutre libre prendra une courbure uniforme ou affectera une forme légèrement circulaire. Si elle en est empêchée par ses appuis, elle prendra, au contraire, des courbures variables, avec un ou plusieurs changements de sens dans les courbures, c'est-à-dire *avec un ou plusieurs points d'inflexion*. Or, aux points d'inflexion et entre deux sections infiniment voisines, les deux semelles peuvent être regardées comme conservant réellement leurs longueurs primitives, malgré leurs différences de température. Donc, pour ces points du moins, et quelles que soient les sujétions de la poutre, il est certain que l'hypothèse de M. Deslandres se réalise et que, pour eux, son calcul est exact.

» Étant exact en un point d'inflexion, il péchera par excès d'un côté de ce point et *par défaut* du côté opposé. On peut donc affirmer *a priori*, malgré l'hypothèse inexacte dont s'est servi M. Deslandres, que le résultat numérique obtenu par lui, non seulement n'est pas exagéré, mais sera généralement dépassé, au moins, en certaines parties d'une poutre ainsi exposée à des inégalités de température.

» L'effet de ces inégalités peut donc devenir grave et il m'a paru utile de compléter la théorie classique des poutres droites en donnant le moyen de calculer, dans chaque cas, cet effet d'une manière exacte.

» J'emploierai les notations suivantes :

δ, E respectivement, coefficient de dilatation et coefficient d'élasticité de la matière dont se compose la poutre considérée;

θ, excès de la température de la semelle supérieure sur la semelle inférieure;

h, hauteur de la poutre que, pour simplifier les résultats, on supposera constante;

x, abscisse d'une section de la poutre.

» Disons que l'hypothèse de M. Deslandres conduit, pour la force élastique que l'on cherche et que nous appellerons n, à la valeur *constante*

$$(a) \qquad n = \tfrac{1}{2} \mathrm{E}\delta\theta.$$

» Voici, à présent, les résultats véritables auxquels conduit la théorie :

» I. — *Poutre à une travée, encastrée à une extrémité et posée sur appui simple à l'autre.*

$$n = \tfrac{3}{4} \mathrm{E}\delta\theta \frac{x}{l},$$

x étant compté à partir de l'appui simple, et l étant la longueur de la travée. Au point d'encastrement,

$$n = \tfrac{3}{4} \mathrm{E}\delta\theta,$$

soit 50 pour 100 de plus que le résultat de M. Deslandres. En prenant avec cet ingénieur $\delta = 12{,}3 \times 10^{-6}$, $\theta = 13^{\circ}{,}8$, $\mathrm{E} = 2 \times 10^{10}$, on trouve que la force élastique maxima est de 2 546 100 par mètre carré, soit $2^{\mathrm{kg}},546$ par millimètre carré, et, dans les sections affaiblies par les rivets, il faut mettre $\frac{1}{5}$ en plus, ce qui donne environ 3^{kg}, soit *la moitié du maximum admis d'ordinaire.*

» II. — *Poutre encastrée aux deux extrémités.* — Il est facile de voir qu'ici les sujétions sont suffisantes pour maintenir la poutre rigoureusement rectiligne, malgré l'inégale température des deux semelles. Il en résulte qu'ici, exceptionnellement, l'hypothèse de M. Deslandres se réalise et que la force élastique est constante dans toute la travée et donnée par la formule (a).

» III. — *Poutre à travées solidaires.* — Considérons à présent une poutre à k travées solidaires dont les longueurs sont

$$l_1, l_2, l_3, \ldots, l_{k-1}, l_k.$$

» Soient, respectivement au droit des $k - 1$ appuis intermédiaires,

$$n_1, n_2, n_3, \ldots, n_{k-1}$$

les forces élastiques cherchées. Aux deux appuis extrêmes, s'ils sont simples, ces forces élastiques sont manifestement nulles. Entre les forces

$$n_{i-1}, n_i, n_{i+1}$$

sur trois appuis consécutifs, on a la relation analogue à celle de Clapeyron

$$l_i n_{i-1} + 2(l_i + l_{i+1}) n_i + l_{i+1} n_{i+1} = \frac{3\mathrm{E}\delta}{2}(\theta_i l_i + \theta_{i+1} l_{i+1}),$$

en supposant, pour plus de généralité, que les différences de température des deux semelles varient d'une travée à l'autre et appelant θ_i la valeur de cette différence pour la travée n° i dont la longueur est l_i.

» En faisant $i = 1, 2, 3, \ldots, k-1$, dans cette équation, on aura $k-1$ équations linéaires déterminant les valeurs des forces élastiques sur les appuis. D'ailleurs, la force élastique n dans chaque travée varie linéairement, de sorte que, pour la travée n° i, à la distance x de l'appui de gauche, on a

$$n = n_{i-1} + (n_i - n_{i-1})\frac{x}{l_i}.$$

» Au surplus, par cela même que n varie linéairement dans chaque travée, ses valeurs extrêmes se trouvent sur les appuis. Ajoutons que des valeurs positives des n représentent des compressions sur la semelle supérieure et des extensions sur la semelle inférieure, et des valeurs négatives, l'inverse.

» Si nous appliquons la formule ci-dessus à une poutre à deux travées, nous trouvons sur la pile

$$n_1 = \frac{3\,\mathrm{E}\delta}{4}\,\frac{\theta_1 l_1 + \theta_2 l_2}{l_1 + l_2},$$

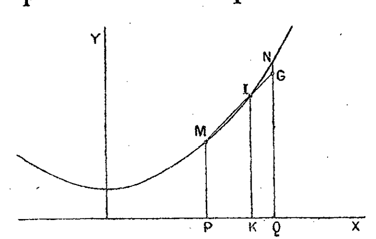
et si θ est le même dans les deux travées,

$$n_1 = \frac{3}{4}\,\mathrm{E}\delta\theta,$$

c'est-à-dire encore 50 pour 100 de plus que M. Deslandres, ce qui manifeste à nouveau l'importance de la question soulevée par les observations de ce jeune ingénieur. Cette importance, déjà considérable au pont de Bezons, peut l'être beaucoup plus encore dans les contrées méridionales. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un théorème de Géométrie.* Note de M. **Mendeleef.**

« L'aire MNPQ, comprise entre une parabole du second degré MN, et



deux ordonnées parallèles à son axe, est égale à celle d'un trapèze PMIGQ,

terminé par la droite MIG qui, partant de l'une des extrémités de l'arc MN, rencontre cet arc au point I, dont la projection K, sur l'axe des X, se trouve au tiers de QP. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les substitutions nitrées*. Note de MM. **C. Matignon** et **Deligny**.

« Dans ses études sur les dérivés nitrés et les éthers nitriques, M. Berthelot (¹) a fait voir la différence caractéristique qui existe entre ces deux classes de corps, au point de vue de leur chaleur de formation à partir de l'acide nitrique et du corps dérivant, et il a montré toute l'importance de cette différence pour l'étude de leur puissance explosive. La benzine nitrée, par exemple, dégage $36^{Cal},6$ dans sa formation à partir de la benzine :

$$C^6H^6 \text{ liq.} + AzO^3H \text{ liq.} = C^6H^5AzO^2 \text{ liq.} + H^2O \text{ liq.} \ldots\ldots \quad +36^{Cal},6$$

tandis que l'éther nitrique de l'alcool ordinaire ne donne lieu, dans les mêmes conditions, qu'à un dégagement thermique de $6^{Cal},2$:

$$C^2H^5OH \text{ liq.} + AzO^3H \text{ liq.} = C^2H^5AzO^3 \text{ liq.} + H^2O \text{ liq.} \ldots\ldots \quad +6^{Cal},2$$

» Plus récemment, l'un de nous (²), en étudiant la nitroguanidine, a montré que le phénomène de nitrification correspondait alors à un développement thermique intermédiaire entre les deux précédents $30^{Cal},3$.

$$CAz^3H^5 \text{ sol.} + AzO^3H \text{ liq.} = CAz^3H^4(AzO^2) \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} \ldots \quad +30^{Cal},3$$

» D'après ce premier résultat, il semble que les substitutions nitrées où le groupe AzO^2 est lié à l'azote viennent se placer, par l'énergie mise en jeu dans la réaction précédente, entre les substitutions avec liaison du groupement fonctionnel AzO^2 au carbone et à l'oxygène; on retrouverait ainsi pour les substitutions nitrées un résultat semblable à celui déjà établi pour les substitutions alcooliques. Dans le but d'approfondir cette question, nous avons repris l'étude systématique des corps nitrés, en opérant sur des corps présentant des fonctions variées. Cette première Note se rapporte à des substitutions nitrées avec liaison au carbone.

» Tous les corps sur lesquels nous avons opéré ont été purifiés par des

(¹) *Sur la force des matières explosives*, t. II, p. 9.
(²) Matignon, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1197.

cristallisations répétées dans différents dissolvants; chaque nombre est la moyenne de trois déterminations :

	Chaleur de combustion à volume constant.	Chaleur de combustion à pression constante.
Orthonitrophénol	688,6	688,2
Paranitrophénol	689,5	689,1
Acide orthonitrobenzoïque	731,1	730,4
» métanitrobenzoïque	727,7	727,0
» paranitrobenzoïque	729,6	728,8
Paranitroacétanilide	969,2	968,9
Nitrobenzaldéhyde	801,2	800,3

» Les valeurs obtenues pour les acides nitrobenzoïques concordent avec la valeur déduite directement, par M. Berthelot, de l'action de l'acide nitrique sur l'acide benzoïque.

» Comparons maintenant les chaleurs de combustion à pression constante avec celle des corps où est effectuée la substitution; les corps comparés étant, bien entendu, pris sous le même état physique, nous obtenons le Tableau suivant :

	Chaleur de combustion.	Différence.
Orthonitrophénol solide	688,2	44,3
Phénol solide	732,5	
Paranitrophénol solide	689,1	43,4
Phénol solide	732,5	
Acide orthonitrobenzoïque solide	730,4	44
» benzoïque solide	774,4	
» métanitrobenzoïque solide	727	47,4
» benzoïque solide	774,4	
» paranitrobenzoïque solide	728,8	45,5
» benzoïque solide	774,4	
» paranitroacétanilide	968,9	47,9
Acétanilide	1016,8	
Nitrobenzaldéhyde	841,7	41,4
Benzaldéhyde	800,3	

» 1° Les isomères de position, comme on l'a toujours trouvé jusqu'ici, ont la même chaleur de combustion, aux erreurs d'expérience près; il suffit donc, dans ces études thermiques, d'opérer sur un seul des trois termes ortho, méta ou para.

» 2° En laissant de côté la dernière différence, qui s'éloigne légèrement des précédentes, mais se trouve nécessairement trop faible, car la chaleur

de combustion de la benzaldéhyde n'a été déterminée jusqu'ici que par les anciennes méthodes donnant toujours une combustion incomplète, on trouve que ces différences oscillent autour de 45^{Cal}, et sont sensiblement constantes; par conséquent, à peu près indépendantes de la fonction du corps où l'on effectue la substitution. L'équation génératrice de ces corps nitrés, déduite de la valeur moyenne 45^{Cal} obtenue plus haut, conduit au dégagement thermique de $36^{Cal},7$

$$RCH + AzO^3H \text{ liq.} = RCAzO^2 + H^2O \text{ liq.} + 36^{Cal},7,$$

c'est-à-dire exactement au nombre trouvé par M. Berthelot pour la formation des carbures nitrés (benzine, toluène, naphtaline, etc.) [1]. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'explosion des gaz endothermiques.* Note de M. **L. Maquenne.**

« Dans ses mémorables recherches sur la Thermochimie des corps explosifs, M. Berthelot a fait voir que les gaz endothermiques sont, comme les autres matières détonantes, sensibles au choc et que, sous cette seule influence, ils peuvent se résoudre en leurs éléments [2]. Il y a alors ébranlement général des couches gazeuses avoisinant le centre d'impulsion et production d'un mouvement moléculaire extrêmement rapide, accompagné d'un dégagement de chaleur correspondant à la constitution thermique du gaz : c'est l'onde explosive de MM. Berthelot et Vieille.

» La vitesse de propagation de cette onde dans les mélanges gazeux détonants a été mesurée par ces deux savants [3] : il résulte de leurs recherches que la vitesse d'explosion est toujours supérieure à celle de la combustion simple, mais que, dans certains cas, elle peut subir une transformation progressive qui la rapproche de cette dernière, avec laquelle elle finit par se confondre. L'inverse est également vrai, et certaines combustions deviennent explosives quand l'énergie chimique mise en jeu dans

---

(1) Institut de Chimie de Lille, laboratoire de Chimie générale.

(2) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 613, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXVII, p. 182.

(3) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 18; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. IV, p. 13; *Sur la force des matières explosives*, t. I.

la réaction s'accumule au point d'être comparable à celle d'un détonateur ([1]).

» Ces travaux n'ont pas encore été étendus aux gaz endothermiques seuls et l'on ne sait actuellement que fort peu de choses sur les conditions nécessaires à la propagation de l'onde explosive dans leur masse, sur la transformation et, par conséquent, l'extinction possible de cette onde, enfin sur l'énergie initiale nécessaire à sa formation.

» A ces différents points de vue, deux gaz m'ont paru surtout intéressants à étudier : ce sont le protoxyde d'azote, corps facilement décomposable par le choc ou la chaleur, et l'acétylène, qui paraît peu sensible aux actions mécaniques et donne lieu, à haute température, à des équilibres complexes.

» Dans le premier cas, il est presque évident que l'onde explosive doit se maintenir et se propager sans arrêt, par le seul dégagement de chaleur dû à la décomposition du gaz ([2]); dans le second, il est permis de se demander si l'ébranlement initial, déterminé par un explosif tel que le fulminate de mercure, ne s'arrêterait pas à une certaine distance, en raison des actions secondaires qui accompagnent l'échauffement du gaz.

» La décomposition totale, observée par M. Berthelot dans une éprouvette close, à volume constant, pourrait ne pas se propager dans un tube de grande longueur.

» L'expérience seule pouvait répondre à cette question : elle a nettement différencié les deux gaz.

» Une très petite amorce, contenant $0^{gr},1$ de fulminate, enflammée au centre d'un flacon de 1 litre, plein de protoxyde d'azote, en détermine l'explosion avec un bruit semblable à celui que donnerait le gaz tonnant ordinaire : le flacon est brisé, l'onde s'y produit donc et s'y propage de couche en couche, comme dans tous les explosifs sensibles. Il sera intéressant de mesurer la vitesse de cette décomposition et de déterminer la nature exacte des gaz résiduels : c'est un travail que je me réserve de poursuivre ultérieurement.

» Avec $0^{gr},1$ et même $0^{gr},2$ de fulminate, encore dans des flacons en verre de 1^{lit}, l'acétylène ne subit qu'un commencement de décomposition, qui s'accuse par un nuage de noir de fumée, mais n'atteint qu'un vingtième à peu près du volume total, car le gaz extrait du flacon après l'expérience renferme encore plus de 90 pour 100 d'acétylène ([3]).

([1]) Berthelot, *loc. cit.;* Mallard et Le Chatelier, *Comptes rendus*, t. XCV, p. 593.

([2]) Ce dégagement de chaleur est suffisant pour porter les gaz dissociés à une température voisine de 2700°.

([3]) Le gaz employé dans ces recherches a été préparé par la méthode que j'ai fait

» Dans ces conditions l'onde explosive ne s'est pas propagée : la décomposition est restée limitée aux couches gazeuses comprises dans la sphère d'action du détonateur.

» Les flacons en verre ne résistant pas à des doses plus fortes de fulminate, j'ai fait alors usage d'un tube en plomb de 3^{cm} de diamètre intérieur, à parois épaisses (5^{mm}) et long de 10^{m}; l'une des extrémités est fermée, l'autre est munie d'une chambre à explosion, en bronze épais, où l'on place l'amorce et que traverse le fil destiné à l'allumage.

» On introduit le gaz en reliant le tube, vide d'air, à un gazomètre plein d'acétylène; l'atmosphère intérieure contient alors environ 94 pour 100 d'acétylène réel et 2 à 3 pour 100 d'air atmosphérique, quantité insuffisante pour troubler le résultat final; des prises latérales, auxquelles on peut adapter des tubes en verre à robinet, permettent, à un moment quelconque, de puiser un échantillon du gaz renfermé dans l'appareil, à des distances variables de l'origine.

» Avec $0^{gr},5$ de fulminate, dans ces conditions, l'onde ne s'est pas propagée : il y a dépôt de charbon seulement dans la chambre et à l'entrée du tube; l'analyse du gaz restant, puisé aussitôt après l'explosion, donne

A $0^{m},50$ de la chambre.........	85,8 °/₀ d'acétylène (¹)
A 1 »	92,2 »
A 5 »	93,2 »

» Ainsi la décomposition n'a porté cette fois que sur un volume de gaz insignifiant. Avec 1^{gr} de fulminate les résultats sont tout autres; dans une première expérience, la partie métallique de l'appareil a seule résisté; les quatre tubes en verre destinés aux prises de gaz ont été brisés et les raccords en caoutchouc perforés, malgré leur épaisseur (5^{mm} de parois et $3^{mm},5$ de diamètre intérieur), avec ces apparences d'arrachement qui caractérisent le développement des pressions instantanées; seul, le raccord situé à l'extrémité postérieure du tube est resté intact, ce qui semble indiquer un ralentissement ou un arrêt de l'onde explosive à 7 ou 8^{m} de distance.

» Dans une seconde expérience, les prises ont été munies de tubes à gaz bouchés par un bout, de 15^{cm} de longueur sur $6^{mm},5$ de diamètre intérieur, et les raccords maintenus par des bandes de toile ligaturées et collées à l'empois d'amidon. Dans ces conditions l'appareil a résisté dans toutes ses parties à une charge de 1^{gr} de fulminate et l'onde s'est encore propagée à plus de 5^{m}, car tous les tubes témoins, sauf le dernier, se sont recouverts intérieurement, jusqu'à mi-longueur, de noir de fumée.

» Avec $1^{gr},5$ de fulminate, mêmes résultats; le dépôt de charbon est seulement un

---

connaître il y a quelque temps (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 558) et qui consiste à décomposer par l'eau les carbures alcalino-terreux; on s'est adressé de préférence au carbure de baryum, qui donne un gaz plus pur que le carbure de calcium commercial.

(¹) Le résidu non absorbable par le chlorure cuivreux est en grande partie formé d'hydrogène.

peu plus épais dans les tubes, presque nul encore au dixième mètre : il reste en ce point une quantité notable d'acétylène non décomposé.

» Il semble donc que l'onde explosive produite dans ces conditions s'arrête en chemin dans une conduite de 3^{cm} et qu'elle soit incapable de progresser à l'intérieur d'un tube cinq fois plus étroit; il n'en est pas moins vrai qu'elle est susceptible de propagation en dehors de la zone d'activité du détonateur et que, sur son parcours, elle peut donner lieu à des effets destructeurs comparables à ceux des autres explosifs gazeux, notamment du mélange $H^2 + O$.

» Ces effets, ainsi que la distance à laquelle l'onde peut parvenir, sont naturellement en rapport avec la force, le diamètre des conduites et les conditions de la détonation; il y aura lieu d'en tenir sérieusement compte dans les applications industrielles de l'acétylène.

» Ajoutons en terminant que les mêmes corps, acétylène ou protoxyde d'azote, possèdent vraisemblablement les mêmes caractères à l'état liquide et que, sous cette forme, ils doivent avoir une énergie infiniment plus grande, qui engage à ne les manier qu'avec une certaine prudence, surtout en présence de détonateurs. »

ZOOLOGIE. — *Influence de l'hiver* 1894-1895 *sur la faune marine*. Note de M. **Pierre Fauvel**, présentée par M. Edmond Perrier.

« L'hiver de 1894-1895 pourra compter parmi les plus rigoureux de la dernière moitié du XIXe siècle. L'abaissement exceptionnel de la température et surtout la longue durée du froid ont eu une influence considérable sur les animaux marins de nos côtes. Les fortes gelées se produisant au moment des grandes marées ont détruit, par quantités innombrables, les animaux que le reflux de la mer laissait à découvert.

» C'est ainsi qu'à Luc-sur-Mer les Annélides, qui vivent à un niveau relativement élevé, ont péri par le froid. Au mois de mars, on trouvait, dans les fentes des rochers et sous les pierres, des *Lipephile cultrifera* (Grub.) et des *Marphysa sanguinea* (Mout.), mortes et décomposées dans leurs galeries. Dans les creux de rochers, on rencontrait de véritables amas d'Actinies (*Sagartia troglodytes*) mortes, contractées en boules, que la mer avait rejetées. La grève était couverte de carcasses de poissons.

» A Saint-Vaast-la-Hougue et à Cherbourg, d'énormes Congres, des *Labrus*, sont venus s'échouer à la côte, morts ou inertes, paralysés par le

froid. Les grèves de l'île Tatihou étaient recouvertes d'épais monceaux d'animaux morts et rejetés par la mer. Les Poissons, les Poulpes, même des Annélides, comme la *Marphysa sanguinea* et l'*Aphrodite aculeata*, composaient ces amas. Les crevettes (*Palæmon serratus* et *Crangon vulgaris*) ont été en partie détruites, de sorte que, cet été, les pêcheurs ne recueillent que de petits individus provenant des éclosions de l'année; les gros individus ont presque entièrement disparu. Chose plus étrange, cette mortalité s'est étendue à une profondeur à laquelle le froid ne pouvait pas avoir d'action directe sensible.

» Tous les dragages faits au Laboratoire maritime de Tatihou, aux mois d'avril et de mai, par des fonds de 15^m à 25^m, ne rapportaient que des animaux morts et en décomposition. Suivant l'expression des pêcheurs, le fond de la mer semblait pourri. Les vieilles coquilles et les cailloux rongés, couverts d'une épaisse couche d'hydraires et de Serpuliens, tels que *Serpula vermicularis* et *Pomatoceros triqueter*, ne renfermaient plus dans leurs interstices, à la place de leurs hôtes habituels, qu'une matière noirâtre exhalant une forte odeur de putréfaction. Les Bucoins et les *Pagurus bernhardus* étaient en décomposition, et ceux qui n'étaient pas complètement morts étaient noirs et immangeables.

» Les bateaux qui draguent les Coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*) durent désarmer. Sur 1000 Pectens dragués, il y en avait, en moyenne, 800 de pourris et les 200 autres n'étaient pas vendables. Les Huîtres ont également beaucoup souffert, même dans les parcs qui n'assèchent pas. A Cancale, les ostréiculteurs ont aussi fait des pertes considérables.

» Un autre effet du froid a été de faire venir à la côte des animaux qu'on ne rencontre ordinairement qu'à une certaine profondeur, et aussi certaines espèces fort rares ou étrangères à notre faune. C'est ainsi que M. Malard, le Sous-Directeur du laboratoire de Tatihou, a pu recueillir à la côte, en assez grande abondance, l'*Amphioxus lanceolatus*, qu'on n'obtient jamais, à Saint-Vaast, que dans les dragages.

» On a pu se procurer de la même façon des *Marphysa sanguinea* de très grande taille et parfaitement entières, et différentes autres espèces d'Annélides, telles que *Notomastus latericens* (Sars), *Lumbriconereis tingens* (Hef.) et *Hermione hystrix* (Sad.). M. Malard a recueilli aussi de nombreuses variétés de *Cucumaria pentactes*, telles que la variété *Montagui*, *Thione communis* et différentes autres espèces d'Holotaries dont plusieurs étaient jusqu'ici inconnues à Saint-Vaast, ainsi que certains Phascolosomes différents de ceux que nous rencontrons habituellement, et, enfin, un crustacé fort rare : *Pirimela denticulata*.

» Le printemps a été marqué par l'abondance extraordinaire des Balanes (*Balanus porcatus*), qui recouvraient entièrement d'une couche continue toutes les faces des moindres galets et des rochers, et par le retour des Moules, qui avaient à peu près disparu. En quelques semaines, le *Mytilus edulis* a envahi tous les rochers exposés au vent du sud-ouest et reformé de véritables moulières à la Dent, à la Pointe de Réville et au Dranguet.

» Nous avons également constaté des changements notables dans la faune des Annélides. Certaines espèces, telles que *Sabella pavonina* (Sav.) et *Branchiomma vesiculosum* (Mont.), encore communes l'année dernière, sont devenues rares ou même ont complètement disparu, tandis que des espèces nouvelles les remplaçaient.

» C'est ainsi que nous avons vu apparaître en grande abondance l'*Ampharete Grubei* (Malingren), espèce des mers septentrionales qui n'avait pas encore été signalée sur nos côtes, et dont nous n'avions pas rencontré un seul exemplaire, l'an dernier, aux mêmes endroits.

» Parmi les espèces du Nord, nous avons encore rencontré, pour la première fois à Saint-Vaast, *Amphicteis Gunneri* (Sars) et *Phyllodoce teres* (Malmgren). Le *Stylarioïdes plumosum* (Rathloe), qui était rare à Saint-Vaast l'année dernière, est devenu assez commun. C'est également une espèce septentrionale.

» Nous avons retrouvé aussi plusieurs exemplaires d'Actinies décrites ici par Keferstein, en 1862, et qui n'avaient pas été rencontrées depuis : *Xanthiopus vittatus* (Kef.) et *X. bilateralis* (Kef.). Nous avons pu constater qu'il s'agit bien de deux espèces distinctes et qu'on ne peut les faire rentrer toutes les deux dans l'espèce *Halcampa chrysantellum* de Gosse. Seul le *Xanthiopus vittatus* pourrait être assimilé à l'espèce de Gosse qui est antérieure ainsi que le genre *Halcampa*. Les deux espèces seraient alors *Halcampa chrysantellum* Gosse = *X. vittatus* (Kef.) et *Halcampa bilateralis* (Kef.).

» Les *Lucernaires* jadis si communes sur les zostères semblent avoir complètement disparu cette année.

» Certaines espèces d'Annélides n'ont fait que tardivement leur apparition en 1895. Un beau Clyménien, *Leiochone clypeata* (Saint-Joseph), que nous trouvions dans le sable en abondance, en juillet 1894, n'a fait son apparition cette année à Saint-Vaast qu'au milieu d'août, tandis que nous l'avons trouvé à Perros-Guirec (Côtes-du-Nord), dans le même habitat et bien développé, au mois de juin de la même année.

» A Saint-Vaast il a donc reparu deux mois plus tard qu'à Perros. »

ZOOLOGIE. — *Sur une gigantesque Tortue terrestre, d'après un spécimen vivant des îles Egmont.* Note de M. **Th. Sauzier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Par les courriers de l'île Maurice arrivés à Paris les 30 juin et 1er septembre 1895, M. Camille Sumeire, C. M. G., président en cette île de la Société *l'Assistance française*, m'a adressé deux photographies et de précieux renseignements sur une gigantesque Tortue terrestre.

» Cette Tortue, de sexe mâle, appartenant à M. Léopold Antelme, de Port-Louis, a été apportée dans cette ville, en mai dernier, des *six Iles* ou *îles Egmont*, situées dans la mer des Indes. Cet archipel, l'une des dépendances de l'île Maurice, se compose de six petites îles, se tenant entre elles par un vaste récif de corail en forme de fer à cheval. Il se trouve au sud-ouest du grand banc des îles Chagos, par 60° 40′ de latitude méridionale et 69° 4′ de longitude est, et à environ 64 milles, nord-ouest de l'île Diego Garcia.

» Des cocotiers plantés et cultivés sur une grande échelle, y sont exploités par la *Compagnie des huiles des six Iles*. L'eau potable ne se trouve que dans des puits faciles à creuser, le sol étant peu élevé au-dessus du niveau de la mer. Il existe cependant une mare relativement étendue, sur l'une de ces îles, *l'Ile aux lubines*, sur laquelle on a de tout temps connu cette Tortue, ainsi qu'une femelle, gigantesque comme elle, morte récemment. Il n'existe actuellement aucune Tortue terrestre sur ces îles; et, à part ces deux, les habitants de ces lieux n'en ont jamais connu d'autres.

» Si l'existence, dans ces îles, de Tortues terrestres indigènes n'a pas été constatée, il ne s'ensuit pas, *de facto*, que, lors de leur découverte, il n'en existât pas, d'autant plus qu'il a été démontré d'une façon indiscutable que ces animaux abondaient dans nombre des îles des mêmes parages : *Madagascar*, les *Aldabra*, les *Mascareignes*, *Agaléga*, les *Seychelles*, les *îles africaines*, *la Providence*, et d'autres; mais elles sont actuellement à peu près éteintes dans la plupart de ces îles.

» Il ne s'ensuit pas non plus que, à cause de sa provenance, l'animal en question soit, *avec certitude*, indigène de l'une des *six Iles*, bien que les circonstances soient favorables à cette hypothèse.

» D'après M. Sumeire, il semblerait qu'elle soit de l'espèce décrite par Duméril et Bibron sous le nom de *Testudo Daudinii*, comme provenant des Indes orientales (?).

» En attendant que ces questions diverses soient élucidées, voici les exactes dimensions et le poids de l'animal :

	m
Hauteur de l'animal en marche (du sol au sommet de la carapace)..	0,76
Hauteur de la boîte osseuse	0,63
Circonférence en longueur de la boîte osseuse	3,20
Circonférence horizontale de la carapace, à sa suture avec le plastron et en suivant les sinuosités	4,00
Longueur de la dossière, en suivant la courbure	1,66
Longueur de la dossière, en ligne droite	1,32
Longueur du plastron	1,00
Profondeur de la concavité du plastron	0,11
La queue, pourvue d'un onglon terminal, mesure en longueur	0,38
Longueur d'une patte de derrière	0,60
Circonférence d'une patte de derrière	0,50
Longueur d'une patte de devant	0,62
Circonférence de la tête, près des yeux	0,42
Longueur du cou	0,51
Le poids de l'animal est de..	240^{kg}

» De chaque côté de la carapace il existe une excroissance, un prolongement des plaques écailleuses, formant en quelque sorte deux tasseaux qui permettent à l'animal de s'y reposer, sans que la partie horizontale du plastron puisse être comprimée par le poids du corps, ce qui est digne d'une remarque toute spéciale, soit que ces prolongements soient dus au grand âge de l'animal, ou à son sexe, ou à une anomalie, ou encore constituent une variété ou même une espèce.

» La plaque nucléale est présente, ainsi que la gulaire qui est double.

» Le poids de cette extraordinaire Tortue dépasse de 80^{kg} celui du *T. Sumeirei*, originaire de l'île Maurice, actuellement encore vivant dans les casernes de Port-Louis, décrit et figuré en 1892, pour la première fois, dans *la Nature* et peu après, en janvier 1893, dans un Mémoire complémentaire (1).

» Jusqu'à la découverte faite à Madagascar du *T. Grandidieri* (Vaillant) dont le Muséum possède deux exemplaires et des os, la plus grande Tortue terrestre connue était le *T. elephantina*, dont la dossière, en suivant la courbure, mesure 1^m,37, et en ligne droite 1^m,07. Tandis que le *T. Grandidieri* donne pour ces deux dimensions 1^m,52 et 1^m,21.

» Ces dimensions ont été surpassées ensuite par le *T. Perpiniana*, fossile

(1) *Les Tortues de terre gigantesques des Mascareignes et de certaines autres îles de la mer des Indes*, par Th. Sauzier. Paris, G. Masson, éditeur; 1893. In-8°, 31 pages et figures.

dont la carapace mesure en ligne droite $1^m,20$; le diamètre transversal étant de 1^m. Le pourtour de la carapace ne compte pas moins de $3^m,85$.

» Aujourd'hui, la taille de cette dernière Tortue se trouve elle-même surpassée par celle du gigantesque spécimen vivant des *six îles*, puisque les deux dimensions de la dossière sont de $1^m,66$ et $1^m,32$ et que la circonférence horizontale de la carapace est de 4^m. »

PALÉONTOLOGIE. — *Résultats des fouilles paléontologiques dans le miocène supérieur de la colline de Montredon.* Note de M. **Ch. Depéret**, présenté par M. Albert Gaudry.

« La colline de Montredon, près Bize (Aude), est connue comme un riche gisement de Mammifères de la fin du miocène. L'abondance toute spéciale du *Dinotherium* en ce point m'a engagé à reprendre les anciennes fouilles de MM. Payras, de Rouville, P. Gervais, etc., dans l'espoir de découvrir des documents nouveaux relatifs à l'ostéologie encore assez mal connue de cet animal.

» Le gisement se présente sur le flanc escarpé d'un monticule arrondi (*mont, redon*), qui est un éperon détaché d'un petit massif de collines miocènes, composées de couches lacustres, marnes rouges et calcaires marneux, sensiblement horizontales, et se rattachant en entier à l'étage miocène supérieur ou *Pontique*. Le miocène s'adosse à l'ouest en discordance à un massif anticlinal de calcaires lacustres compacts, appartenant à l'*éocène moyen* avec *Planorbis pseudo-ammonius;* au nord, il s'appuie également en discordance sur les grès et marnes rouges à *Lophiodon* qui terminent l'éocène moyen de cette région.

» Les couches fossilifères consistent en une alternance de marnes tourbeuses noirâtres, avec renflements en lentille irréguliers, et de marnes blanches plus ou moins dures, passant en haut de la colline à des calcaires lacustres toujours un peu terreux ou tuffacés; on y trouve quelques Mollusques : *Helix Rebouli, Bithinia leberonensis*, etc., analogues à ceux des couches lacustres de Cucuron.

» Les ossements se rencontrent à la fois dans les lits tourbeux, où ils sont fragmentés et un peu roulés, et dans les marnes blanches, où l'on trouve des pièces plus complètes, telles que des crânes ou des parties de membres avec les os en connexion.

» Malgré l'abondance des ossements, la faune de Montredon était jusqu'ici peu variée et comprenait seulement le *Dinotherium*, l'*Hipparion*, un *Rhinocéros* et un Ruminant indéterminés. A la suite de nos fouilles, le nombre d'espèces de Vertébrés s'élève déjà à une douzaine, dont quelques-unes méritent d'arrêter l'attention des paléontologistes.

» Le *Dinotherium* est très abondant : j'ai pu recueillir environ 50 molaires de ce grand ongulé. Ces dents révèlent dans la taille des *Dinotherium* de Montredon une étonnante variabilité, pouvant atteindre la proportion de 1 à 3. Il me paraît préférable de voir dans ce fait, dont aucune espèce sauvage actuelle ne nous montre un pareil exemple, l'indication non pas d'espèces distinctes, mais de simples races analogues à celles que présentaient à la même époque les troupeaux d'*Hipparion* de Grèce et de Provence. J'ai aussi recueilli à Montredon plusieurs parties du squelette de *Dinotherium;* entre autres, un pied de derrière avec les os du tarse en connexion, dont l'étude permettra une comparaison précise avec le tarse mieux connu des Mastodontes.

» L'*Hipparion gracile* formait aussi des troupeaux, dans lesquels semble prédominer une race plus grande et plus lourde que la moyenne des sujets du mont Léberon.

» Le Rhinocéros de Montredon est identique au *R. Schleiermacheri* décrit par Kaup à Eppelsheim. La découverte d'un crâne, avec sa mandibule aux longues canines persistantes, ne laisse aucun doute sur cette détermination.

» Des dents d'un Sanglier de grande taille se rapportent au *Sus major* du Léberon.

» Les Ruminants comprennent au moins trois espèces, représentées surtout par des astragales, parmi lesquels j'ai cru reconnaître le *Tragocerus analthœus,* la *Gazella deperdita* et une troisième espèce, beaucoup plus petite, qui doit rentrer, sans doute, dans le geure *Micromeryx,* dont une espèce a été trouvée par M. Almera dans le miocène supérieur de Barcelone.

» Les Carnassiers sont les plus intéressants de cette faune. Je signalerai la présence du curieux *Simocyon diaphorus* d'Eppelsheim et de Pikermi, qui n'avait pas encore été découvert en France, et d'un *Dinocyon* de petite taille, d'espèce probablement nouvelle, mais représenté seulement par une deuxième tuberculeuse d'en haut.

» Les pièces de beaucoup les plus importantes sont une mandibule et des portions de mâchoire d'un grand Carnassier du groupe des Ursidés, qui présente, dans l'état de développement de ses tuberculeuses, un véritable passage entre les *Hyœnarctos* du miocène et les Ours du pliocène, comme l'*Ursus arvernensis* ou l'*U. etruscus.* Dans l'animal de Montredon, les deux tuberculeuses supérieures n'ont plus une forme carrée comme dans l'*Hyœnarctos,* mais sont déjà notablement allongées d'avant

en arrière, sans l'être autant que dans les Ours précités; à la mandibule, la première tuberculeuse est déjà fort longue, mais son deuxième lobe est plus réduit que le premier, à l'inverse des Ours; la deuxième tuberculeuse était petite et arrondie et se rapprochait par sa forme de celle des *Hyœnarctos* ou des *Amphicyon*. Je suis donc porté à voir, dans l'animal de Montredon, un type véritablement intermédiaire entre les *Hyœnarctos* et les *Ursus*, et je le désignerai, en raison de ce fait, sous le nom d'*Hyœnarctos arctoides*. J'ajouterai que cette découverte comble une véritable lacune, en nous révélant, d'une manière précise, la filiation ancestrale du type Ours. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une limite supérieure de l'aire moyenne ébranlée par un tremblement de terre.* Note de M. F. DE MONTESSUS DE BALLORE, présentée par M. A. Cornu.

« Les relations des grands tremblements de terre sont de nature à fausser les idées sur la grandeur de la portion de surface terrestre que ces phénomènes affectent en moyenne. C'est ainsi que celui de Lisbonne (1er novembre 1755), qui s'est fait sentir sur près du quart de la surface du globe, et celui de Charlestown, qui a embrassé un cercle de 22 degrés de rayon sphérique, sont des cas extrêmement rares. L'aire ébranlée donnant une représentation, grossière il est vrai, de l'énergie mécanique mise en jeu lors d'un séisme, il est intéressant de connaître au moins approximativement une limite supérieure de sa valeur moyenne. De même que le nombre des séismes est infiniment plus grand qu'on ne se l'imagine généralement par suite de l'énorme prédominance des petites secousses, de même leur aire d'action est généralement très faible.

» En 1885, il existait sur le territoire du Japon 600 stations plus ou moins régulièrement disséminées, et dans chacune desquelles un ou plusieurs observateurs signalaient toutes les secousses ressenties. Pour 484, on a pu calculer approximativement la surface ébranlée au moyen des localités extrêmes affectées d'une manière sensible à l'homme. Comme il fallait s'y attendre, les faibles surfaces prédominent. Ces surfaces varient de 44 à 89932^{kmq}; 37, 61, 76 et 90 pour 100 de ces séismes ont des aires d'ébranlement respectivement inférieures à 500^{kmq}, à un arrondissement français moyen, à 4000 et à 10000^{kmq}. En moyenne l'aire affectée est de 4268^{kmq}, équivalente à celle d'un cercle de 37^{km} de rayon. Cette moyenne va conduire à la limite cherchée.

» On a montré, dans une Communication antérieure, que le mode d'observations par stations disséminées à la surface d'un pays comme le Japon ou l'Italie laissait passer 84,48 pour 100 des secousses sensibles à l'homme. Les 484 signalées en représentent donc 3118 réellement produites dans le même temps. Or, on peut admettre que les 2634 secousses non observées ont eu des aires d'action inférieures à la surface moyenne des régions en lesquelles on peut subdiviser le Japon autour des 600 stations, sinon elles auraient eu de très grandes chances d'être observées. Cette surface moyenne, 637^{kmq}, est non seulement une limite, mais une limite très supérieure de la surface moyenne des séismes négligés parce que la probabilité que cette aire de 637^{kmq}, jetée au hasard sur le territoire japonais, tombe sur une ou plusieurs stations est très considérable, auquel cas le séisme aurait été inévitablement signalé. On augmentera donc beaucoup la limite, en attribuant une surface de 637^{kmq} à chacun des 2634 séismes non observés, et, comme les 484 observés ont affecté une surface totale de 2065666^{kmq}, la limite très supérieure cherchée est de

$$(2065666 + 2634 \times 637) : 3118 = 1200^{kmq},$$

équivalente à un cercle d'ébranlement de $19^{km},54$ de rayon, ou à deux fois et demie la surface du département de la Seine. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 septembre 1895.

Journal des Savants. Août 1895. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. Août 1895. Paris, 1895; 1 fasc. in-4°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Septembre 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France. Tomes XXII et XXIII. Paris, 1894-1895; 2 vol. in-8°.

Phytostatique du Sorézois; bassin méridional du département du Tarn, par M. D. Clos. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.* 9e série. Tome VII, année 1895.) Toulouse, Douladoure-Privat; 1 br. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Septembre 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Rapports sur les travaux du Conseil central de salubrité et des conseils d'arrondissement du département du Nord, pendant l'année 1894. Nos 1 et 3. Lille, Danel, 1895; 1 vol. in-8°.

Observations and researches made at the Hong-Kong observatory, in the year 1894, by W. Doberck. Hong-Kong, 1895; 1 vol. in-4°.

Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Jahrgang 1892. Wien, 1894; 1 vol. in-4°.

La Guarigione del cancro mediante l'isopatia e l'omiopatia del Dott. G.-B. Poli. Milano, 1895; 1 vol. in-18.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 SEPTEMBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **F.-V. Maquaire** adresse un Mémoire « Sur la protection contre les collisions navales ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel**, en présentant le Tome VI des Œuvres de *Christiaan Huygens*, publiées par la Société de Harlem, ajoute :

« L'Académie apprendra avec de vifs regrets la mort de M. Bierens de Hahn. L'intervention de ce savant apparaît dans ce volume, comme dans les précédents, par des notes judicieuses, inspirées par une érudition aussi sobre que sûre et profonde.

» La Société de Harlem et son éminent Secrétaire perpétuel, M. Bosscha, sauront continuer dans le même esprit cette admirable publication, mais

elle rappellera toujours aux géomètres le nom modestement caché de M. Bierens de Hahn. »

M. **Ferd. von Mueller**, récemment nommé Correspondant, adresse, de Melbourne, ses remercîments à l'Académie.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les équilatères comprises dans les équations*

$$o = \Sigma_1^{2n-2} l_1 T_1'' \equiv H_n, \qquad o = \Sigma_1^{2n-1} l_1 T_1'' \equiv H_n + \lambda H_1'.$$

Note de M. **Paul Serret**.

« 5. Pour que l'équation générale de degré n, $o = u_n + u_{n-1} + \ldots$, représente une équilatère, il faut, en premier lieu, que le faisceau $u_n = o$ soit régulier. Cette condition remplie, il est remarquable que le fait multiple *de position* impliqué ensuite par la collinéation des asymptotes se résolve en des données *de pure direction*, comme on le voit par l'énoncé suivant :

» Théorème V. — — *Les* $2n - 3$ *conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation*

$$(1) \qquad o = f(x, y) u_n + u_{n-1} + \ldots$$

représente une équilatère sont du premier degré par rapport aux coefficients; et on les obtient en exprimant que le faisceau $u_{n-1} = o$ *est régulier : comme le faisceau* u_n. Rapportée, en effet, à des axes issus de son centre et représentée alors par une équation de la forme

$$(I) \qquad o = F(X, Y) = U_n + U_{n-2} + \ldots,$$

où U_n désigne un faisceau régulier, une équilatère de degré n, rapportée ensuite à des axes quelconques, aura pour équation

$$(I\,bis) \quad \begin{cases} o = F(x + x', y + y') \\ \quad = U_n(x + y) + (x' U'_{n,x} + y' U'_{n,y}) + \ldots \equiv u_n + u_{n-1} + \ldots. \end{cases}$$

Or, le faisceau U_n étant régulier, par hypothèse, il en est de même du faisceau dérivé $x' U'_{n,x} + y' U'_{n,y}$: et le faisceau u_{n-1} est régulier, comme le faisceau u_n.

» Réciproquement, si les deux faisceaux u_n, u_{n-1} sont l'un et l'autre réguliers, la courbe (1) est certainement équilatère. Car si on la rapporte à de nouveaux axes, issus d'une origine indéterminée (x', y'), elle sera représentée par la nouvelle équation

$$(1\,bis) \quad \begin{cases} o = f(x + x', y + y') \\ \quad = u_n(x, y) + [x' u'_{n,x} + y' u'_{n,y} + u_{n-1}(x, y)] + v_{n-2} + \ldots, \end{cases}$$

que l'on pourra écrire

$$o = u_n + v_{n-2} + \ldots$$

et qui représentera, dès lors, une équilatère ayant pour centre la nouvelle origine : si l'on a pu disposer de x', y' de façon à satisfaire à l'identité

$$\text{(C)} \qquad x' u'_{n,x} + y' u'_{n,y} + u_{n-1} \equiv o.$$

Or, les deux faisceaux u_n, u_{n-1} étant réguliers, par hypothèse, les équations $o = u'_{n,x} = u'_{n,y} = u_{n-1}$ définissent trois faisceaux réguliers, du même ordre et de même origine; et l'un quelconque d'entre eux s'exprime linéairement en fonction des deux autres....

» Appliquée à une équilatère donnée, l'identité (C), qui est toujours de la forme

$$\text{(C')} \qquad x'(a\mathrm{V} + b\mathrm{W}) + y'(a_1\mathrm{V} + b_1\mathrm{W}) + (a_2\mathrm{V} + b_2\mathrm{W}) \equiv o,$$

se dédouble d'elle-même dans les *équations du centre*

$$\text{(C'')} \qquad o = ax' + a_1 y' + a_2 = bx' + b_1 y' + b_2.$$

» La proposition actuelle établie, on peut remarquer que notre théorème I ([1]) en résulte et devient intuitif; c'est une seconde démonstration de ce théorème.

» 6. Une autre propriété résulte de cette observation générale que « pour toute courbe algébrique

$$\text{(1)} \qquad u_n + u_{n-2} + \ldots = o$$

» dont les asymptotes concourent en un même point O, la première polaire » d'un point situé à l'infini, dans une direction quelconque, a aussi toutes » ses asymptotes concourantes en O ». Car, si l'on écrit, au lieu de (1),

$$\text{(I)} \qquad u_n + f(x, y, z) = o$$

où $f(x, y, z) = o$ désigne l'équation rendue homogène ($z \equiv 1$) d'une courbe de degré $n - 2$, la première polaire du point (x', y', z')

$$\text{(I')} \qquad x' u'_{n,x} + y' u'_{n,y} + 2f(x, y, z) + x' f'_x + y' f'_y + z' f'_z = o$$

devient, en posant, avec $\frac{x'}{a} = \frac{y'}{b} = \infty$, $z' = 1$, et supprimant tous les termes qui ne contiennent pas de coefficient infini,

$$\text{(I' bis)} \qquad a u'_{n,x} + b u'_{n,y} + a f'_x + b f'_y = o$$

équation de la forme $\mathrm{U}_{n-1}(x, y) + \mathrm{F}_{n-3}(x, y, z) = o$ qui démontre l'observation énoncée.

([1]) *Comptes rendus*, 19 août 1895, p. 341.

» Si la courbe (1) est équilatère, le faisceau u_n est régulier; il en est de même du faisceau dérivé $o = au'_{n,x} + bu'_{n,y} \equiv U_{n-1}(x,y)$: la première polaire est équilatère comme la proposée (1), et l'on a cette proposition :

» Théorème VI. — *Pour une équilatère d'ordre quelconque n, la première polaire d'un point situé à l'infini, dans une direction quelconque, est une autre équilatère de même centre que la proposée.*

» 7. Les propositions précédentes permettent d'introduire dans la théorie des courbes de degré supérieur, comme dans celle des polygones d'ordre ou de classe quelconque, des points, des droites, des cercles remarquables dont l'utilité se peut présumer d'avance par analogie. On sait, par exemple, que, dans la seule géométrie des coniques, la rencontre d'un cercle ou d'une droite propres à jouer un certain rôle dans la théorie de ces courbes, a toujours été relevée avec soin par les géomètres. Pour les courbes de degré supérieur, le même fait devient plus rare, sinon même jusqu'ici purement accidentel. Mais les propriétés des faisceaux réguliers et leurs combinaisons entre eux, les combinaisons et les propriétés des équilatères de degré n, permettent de reconnaître, pour les courbes et les polygones d'ordre ou de classe quelconque, plusieurs directions distinctes sur lesquelles nous sommes assurés d'avance de telles rencontres : sinon de toutes les déductions utiles que M. Lamé y croyait attachées [1].

» Pour essayer cependant d'en donner un exemple, prenons comme point de départ le théorème V, ci-dessus. Et puisqu'une équation de degré n ne peut représenter une équilatère qu'à la condition de contenir tout au moins $2n - 3$ paramètres libres, formons l'équation la plus simple de ce degré remplissant cette condition, savoir

$$(A) \qquad o = \Sigma_1^{2n-2} l_1 T_1^n \equiv H_n \equiv \Phi_{n,A'} + C_{n-2};$$

nous en conclurons aussitôt que, *à tout polygone pair* P_{2n-2} *d'ordre* $2n - 2$ *et de côtés* $o = T_1 = T_2 = \ldots = T_{2n-2}$, *est attaché un point déterminé* A', *centre d'une équilatère déterminée d'ordre n, conjuguée à ce polygone et définie par l'équation* (A).

» Or les théorèmes antérieurs ne permettent pas seulement d'obtenir le centre de l'équilatère (A); mais, ce centre déterminé, ils nous donneraient aussi, avec l'orientation du faisceau des asymptotes, la courbe complémentaire C_{n-2} que l'on pourra construire par points, soit pour $n = 3$, ou pour $n = 4$.

---

[1] *Examen des différentes méthodes*, p. 23; 1818.

» Mais pour nous borner ici à la seule détermination du point A′ attaché, comme on vient de le dire, au polygone P_{2n-2}, introduisons une nouvelle droite $T_{2n-1} = o$ et considérons cette fois, avec un paramètre de plus, la série des équilatères *conjuguées* au polygone impair résultant P_{2n-1}, ou contenues dans l'équation

$$(B) \qquad o = \Sigma_1^{2n-1} l_1 T_1^n \equiv H_n + l H'_n.$$

» Ces nouvelles courbes constituant un faisceau, et le lieu de leur centre étant dès lors un cercle, nous en conclurons que, *à tout polygone impair* P_{2n-1} *d'ordre* $2n - 1$, *est attaché un cercle déterminé* (B′), *lieu du centre des équilatères conjuguées à ce polygone ou comprises dans l'équation* (B).

» Actuellement, introduisons une dernière droite $T_{2n} = o$ et soit C′ *le point attaché au polygone résultant* P_{2n}, ou *le centre de l'équilatère d'ordre* $n + 1$

$$(C) \qquad o = \Sigma_1^{2n} l_1 T_1^{n+1} \equiv H_{n+1},$$

conjuguée à ce nouveau polygone; nous aurons le théorème suivant:

» Théorème VII. — *Les trois polygones* P_{2n-2}, P_{2n-1}, P_{2n} *étant définis comme ci-dessus, le cercle* (B′), *attaché au polygone moyen* P_{2n-1}, *passe par chacun des points* A′, C′ *attachés aux polygones extrêmes* P_{2n-2}, P_{2n}.

» Pour le point A′, la proposition est évidente : l'équilatère (A), de centre A′, coïncidant, en effet, avec celle des équilatères (B) qui résulte de la substitution $l_{2n-1} = o$ introduite dans l'équation (B), son centre A′ coïncide de même avec un point du cercle (B′), lieu du centre de ces équilatères.

» Pour le point C′, faisons intervenir la première polaire, prise par rapport à l'équilatère (C), du point à l'infini de la droite $T_{2n} = o$. D'après le théorème VI, cette première polaire sera une équilatère d'ordre n, H''_n, de même centre C′ que (C). Mais il suit, d'autre part, de l'équation (C) elle-même et de la situation du pôle sur la droite $T_{2n} = o$, que cette première polaire aura pour équation

$$(C_1) \qquad o = \Sigma_1^{2n-1} l_1 T'_1 T_1^n = \Sigma_1^{2n-1} l'_1 T_1^n \equiv H''_n,$$

équation de même forme que l'équation (B), et qui montre que l'équilatère H''_n qu'elle représente se confond avec l'une des équilatères (B). La première polaire considérée, de centre C′, reproduit donc l'une des équilatères (B); et son centre C′ reproduit de même un point du cercle (B′), lieu du centre de ces équilatères.

» De là cette conclusion : on saura déterminer, par $2n$ cercles se croisant au point que l'on cherche, le point C′ attaché à un polygone donné

P_{2n}, si l'on sait construire le cercle (B') attaché à l'un quelconque des polygones, tels que P_{2n-1}, déduits de P_{2n} par la suppression de l'un de ses côtés; et l'on aura d'ailleurs $2n-1$ points de ce cercle (B') si l'on sait déterminer le point A' attaché à l'un quelconque des polygones tels que P_{2n-2} déduits, à leur tour, de P_{2n-1}, par la suppression de l'un de ses côtés.

» La détermination de tous ces points et de tous ces cercles se ramène donc, en dernière analyse, à la seule détermination d'un point qui est immédiatement à notre disposition : le point $o = T_1 = T_2$ attaché à la figure formée de deux droites $T_1 = o$, $T_2 = o$, comme centre de l'équilatère du second degré

$$o = \Sigma_1^2 l_1 T_1^2 \equiv H_2$$

conjuguée au groupe de ces droites. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur les phosphates d'Algérie. Cas d'une roche phosphatée de Bougie, présentant la composition d'un superphosphate.* Note de MM. **H.** et **A. Malbot**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons fait l'étude comparée de plusieurs phosphates du département de Constantine, dont quelques-uns sont très remarquables par leur richesse en acide phosphorique, comme ceux de Bordj-bou-Arreridj, et d'autres par leur friabilité, qui les rend propres à l'utilisation immédiate pour les besoins agricoles, comme ceux de Tebessa. Au point de vue scientifique, nous avons examiné une roche phosphatée de Bougie, extrêmement intéressante, parce qu'elle renferme une portion notable d'acide phosphorique soluble dans l'eau, une autre soluble dans le citrate ammoniacal, et une autre soluble seulement dans les acides. Un échantillon de cette roche nous avait été adressé par un pharmacien de Bougie, qui nous l'avait désigné comme une terre alumineuse. Mais l'un de nous avait eu l'occasion, dans le département d'Oran, de rencontrer des échantillons analogues, où il avait constaté la présence de l'acide phosphorique. Nous fûmes donc conduits à rechercher cet acide dans le nouvel échantillon, et à constater que la chaux se trouvait : partie à l'état de phosphate monocalcique, partie à l'état de phosphate dicalcique et partie à l'état de phosphate tricalcique.

» Les détails des analyses seront exposés dans les *Annales de Chimie et de Physique;* les résultats sont consignés dans le Tableau suivant :

	Échantillons de phosphates.										
	Tebessa.				Cheliff.	Bordj bou Arreridj.		Bougie.			
	(1).	(2).	(3).	(4).	—	Partie grise.	Partie blanche.	Partie blanche.		Partie rouge.	
erte d'eau par dessiccation à l'étuve, à 130°	4,95	1,71	1,52	1,43	12,70	0,54	1,34		7,93		12,20
Composition des mêmes échantillons après dessiccation à l'étuve.											
erte de poids au rouge sombre	5,23	6,95	4,34	3,86	5,85	4,82	10,29		21,42		9,87
nhydride carbonique, CO^2	27,39	12,63	8,00	8,88	6,88	4,57	2,34		»		»
Acide phosphorique Ph^2O^5 soluble dans l'eau	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces		13,29		2,03
Acide phosphorique Ph^2O^5 insoluble dans l'eau et soluble dans le citrate ammoniacal	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces	33,50	8,51	14,42	12,39
Acide phosphorique Ph^2O^5 insoluble dans l'eau et dans le citrate ammoniacal	3,01	22,92	29,99	29,62	24.88	30,40	33,66		11,70		»
nhydride sulfurique SO^3	0,46	1,66	1,88	2,05	0,43	1,13	1,51		1,51		2,53
ilice, SiO^2, soluble dans l'acide chlorhydrique	0,51	0,49	0,29	0,04	0,31	traces	traces		traces		0,37
Oxyde ferrique et alumine, Fe^2O^3 et Al^2O^3	3,40	2,92	4,18	4,11	7,31	4,09	5,50		4,33		16,35
Chaux, CaO	24,25	44,57	47,09	47,74	41,39	44,60	43,89		25,51		4,37
Magnésie, MgO	13,39	3,12	2,09	2,88	0,95	0,30	0,50		0,28		0,35
Potasse, K^2O	traces	traces	traces	traces	traces	traces	traces		traces		traces
Ammoniaque, AzH^3	»	»	»	»	traces	»	»		»		»
Matière charbonneuse	0,21	traces	traces	traces	»	3,31	0,40		»		»
Résidu silicique insoluble dans l'acide chlorhydrique	22,40	4,66	2,25	0,99	11,62	6,89	1,36		14,00		52,07
	100,25	99,92	100,11	100,17	99,62	100,11	99,45		100,55		100,31

» *Roche phosphatée de Bougie.* — Cette roche se compose d'une partie externe, blanche et friable, et d'une partie interne, rouge et dure. La composition de ces deux parties est très nettement différente.

» Toutes deux ont une portion de leur acide phosphorique soluble dans l'eau, et qui peut être regardée, d'après la comparaison des proportions de chaux, d'acide phosphorique et d'acide sulfurique, comme se trouvant à l'état de phosphate monocalcique [1]; mais, après épuisement à l'eau bouillante, l'acide phosphorique soluble dans le citrate ammoniacal, se trouve dans la partie blanche de la roche, entièrement à l'état de phosphate dicalcique, et, dans la partie rouge, à l'état de phosphate dicalcique et à l'état de phosphate de fer et d'alumine. Enfin, la partie blanche de la roche contient une troisième portion d'acide phosphorique qui n'est pas soluble dans le citrate ammoniacal et qui est à l'état de phosphate tricalcique, tandis que la partie rouge de la roche ne contient pas de phosphate tricalcique.

» Comme la partie rouge est intérieure à la blanche, on peut induire que les phosphates solubles ont peu à peu pénétré, par imbibition, à l'intérieur de la roche. La

---

[1] La discussion de l'analyse, qui ne peut prendre place ici, se trouve dans le Mémoire détaillé.

teneur en phosphate soluble dans l'eau étant d'ailleurs moindre dans la partie rouge que dans la partie blanche, on peut conclure que le phosphate monocalcique entraîné, en solution, vers l'intérieur, s'est transformé en partie, au contact de l'oxyde de fer et de l'alumine, en phosphate de fer et d'alumine. Quant au phosphate tricalcique insoluble, il est resté dans la partie extérieure.

» *Remarque sur les méthodes de dosage de l'acide phosphorique.* — Pour le dosage de l'acide phosphorique, nous avons employé comparativement deux méthodes : 1° précipitation préalable à l'état de phosphomolybdate d'ammoniaque et transformation du phosphomolybdate en phosphate ammoniaco-magnésien; 2° précipitation directe à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, en liqueur citrique. Ces deux méthodes nous ont donné constamment les mêmes chiffres, sauf dans le cas où la liqueur renfermait des matières organiques. Le chiffre le plus fort correspondait à la précipitation préalable à l'état de phosphomolybdate. L'accord absolu entre les deux méthodes a été obtenu par la destruction de la matière organique; mais cette destruction n'a pu être réalisée par une ou plusieurs évaporations successives au bain de sable avec de l'acide nitrique : il a fallu calciner la substance au rouge. Nous avons observé ces faits, en traitant par l'eau bouillante un échantillon de guano et l'échantillon de phosphate de Bougie, dont une partie de l'acide phosphorique est soluble dans l'eau. La liqueur était jaune et paraissait contenir du fer. Le résidu de l'évaporation était d'aspect ocreux. En chauffant ce résidu au bain de sable avec de l'acide azotique, il restait ocreux. D'ailleurs, en le calcinant au moufle, il devenait complètement blanc, et nous nous sommes assurés qu'il ne contenait pas de fer du tout; la matière d'aspect ocreux était organique.

» En dosant l'acide phosphorique dans la liqueur jaune, avant le traitement du résidu à l'acide azotique, nous avions trouvé :

	Après précipitation préalable à l'état de phosphomolybdate.	Par précipitation directe à l'état de PhO^4AmMg, en liqueur citrique.
$Ph^2O^7Mg^2$	$0^{gr},040$	$0^{gr},034$

» En répétant les dosages après le traitement à l'acide azotique, nous avons retrouvé exactement les mêmes chiffres. D'ailleurs, l'aspect du résidu ocreux n'avait pas été modifié par l'évaporation avec l'acide azotique. Ce traitement a donc été insuffisant pour détruire la matière organique, et il n'a pas permis de changer le résultat obtenu par la précipitation en liqueur citrique.

» En recommençant les dosages, après calcination du résidu au rouge, nous avons trouvé :

	Après précipitation préalable à l'état de phosphomolybdate.	Par précipitation directe à l'état de PhO^4MgAm, en liqueur citrique.
$Ph^2O^7Mg^2$	$0^{gr},040$	$0^{gr},040$

» Ainsi, après destruction de la matière organique par la calcination au rouge, l'accord se trouve établi entre les deux méthodes, d'une manière absolue. De plus, la

valeur trouvée alors est la même que celle qu'on avait obtenue par précipitation préalable à l'état de phosphomolybdate, avant la destruction de la matière organique.

» Nous arrivons ainsi aux conclusions suivantes :

» 1° La présence des matières organiques peut produire une erreur en moins, quand on dose l'acide phosphorique par précipitation directe à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, en liqueur citrique, et cette erreur n'est pas toujours atténuée quand on évapore préalablement le phosphate avec de l'acide azotique, au bain de sable;

» 2° La même erreur ne se produit pas quand on dose l'acide phosphorique par précipitation préalable à l'état de phosphomolybdate d'ammoniaque;

» 3° L'accord entre les deux méthodes devient absolu quand on détruit la matière organique par calcination au rouge. »

ANATOMIE ANIMALE. — *La néoformation des cellules nerveuses dans le cerveau du singe, consécutive à l'ablation complète des lobes occipitaux.* Note de M. **Alex.-N. Vitzou**, de Bucarest, présentée par M. A. Chauveau.

« La néoformation des cellules nerveuses dans les centres nerveux et surtout dans le cerveau n'a pas encore reçu une solution définitive. Il y a eu cependant nombre de recherches faites sur cette importante question, mais les résultats contradictoires auxquels on est arrivé n'ont pas avancé beaucoup nos connaissances à ce sujet. Au contraire, il semble résulter des dernières études faites par M. G. Marinescu et présentées à la Société de Biologie en 1894, que *les cellules et les fibres nerveuses des centres nerveux ne se régénèrent pas à la suite de leur destruction.*

» En poursuivant mes recherches sur la physiologie des lobes occipitaux, j'ai eu la bonne fortune de découvrir la présence de cellules et de fibres nerveuses dans la substance de néoformation, chez le singe, après l'ablation complète des lobes occipitaux depuis deux ans et deux mois.

» On sait que l'ablation totale des lobes occipitaux amène, chez le singe et le chien, une perte complète de la vue, les animaux étant incapables d'éviter les obstacles. Nos expériences sur ce sujet sont d'accord avec les expériences de M. H. Munck et le prouvent. Les recherches ultérieures des différents savants ont confirmé les faits que nous avions démontrés.

» Répétant l'expérience de l'ablation totale des deux lobes occipitaux sur un singe, le 19 février 1893, j'ai eu l'occasion de remarquer que l'animal commençait, vers le

quatrième mois, à apercevoir les personnes et les objets, mais avec beaucoup de difficulté. Dans l'espace de deux ans et deux mois, la perception des objets s'est beaucoup améliorée. Le singe devenait capable d'éviter les obstacles; ce qu'il ne pouvait pas faire les premiers mois qui ont suivi l'opération.

» Le 24 avril 1895, je répète l'opération et, après avoir dénudé le crâne, je trouve les orifices de trépanation, agrandis lors de la première expérience, fermés par une couche fibreuse conjonctive assez résistante. J'enlève avec soin la couche fibreuse et, à mon grand étonnement et à celui des assistants qui m'entouraient, je trouve tout l'espace qui était occupé auparavant par les lobes occipitaux, rempli complètement par une masse de substance nouvellement formée.

» Il était donc extrêmement intéressant de connaître la nature de cette substance de néoformation.

» A cet effet, en examinant différentes parcelles prises du centre des orifices de trépanation et des parties les plus postérieures de la masse nouvellement formée, et employant soit la méthode rapide de Golgi et Ramon y Cajal, soit la méthode de la double coloration avec l'hématoxyline d'Erlich et l'éosine en solution aqueuse, j'ai trouvé, avec M. N. Moïssescu, le chef des travaux de mon Institut, la présence des cellules nerveuses pyramidales et de fibres nerveuses. Le tissu neuroglique était en très grande quantité et les cellules nerveuses moins nombreuses que dans les lobes occipitaux de l'adulte; cependant leur existence dans la masse de néoformation est constante.

» Il résulte de ce qui précède que la substance nouvelle, occupant la place des lobes occipitaux, est de nature nerveuse. Elle n'était pas due à l'hypertrophie dans le sens postérieur de la partie du cerveau antérieur, parce qu'il y avait une différenciation nette entre l'aspect macroscopique de ces deux parties différentes, mais à une néoformation de substance nerveuse dans le cerveau du singe et, partant de là, à une *néoformation des cellules et des fibres nerveuses*.

» Le fait nouveau que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie démontre la possibilité de la régénération du tissu nerveux dans le cerveau, autant que la nutrition active est maintenue dans le reste de cet organe, comme il est arrivé dans le cas de notre singe opéré.

» D'autre part, nous trouvons, dans la présence des cellules et des fibres nerveuses dans la masse de néoformation, l'explication du fait concernant l'amélioration, quoique très imparfaite, du sens de la vue.

» Ceci explique également les faits contradictoires présentés par différents savants dans le cas d'ablation partielle du cerveau suivie d'amélioration des fonctions perdues dans une première opération. Le fait nouveau, sur lequel nous venons d'attirer l'attention de l'Académie, intéressera, nous en sommes sûrs, non seulement les histologistes et les physiologistes au point de vue de l'anatomie et de la physiologie générale du système nerveux, mais aussi les anatomo-pathologistes et les psychologues.

» Le singe, ayant subi une seconde opération, a perdu de nouveau la vue dans les deux yeux, et cet état s'est maintenu pendant trois mois et demi; depuis cette époque, il semble donner des signes, quoique incertains, de réapparition de la vue. Nous le gardons en vie pour l'étudier de près encore pendant quelque temps, et plus tard on le sacrifiera pour faire une étude d'ensemble sur les parties de néoformation. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note signalant les perturbations atmosphériques qui se sont produites le 10 et le 11 septembre en certains points de l'Europe centrale, conformément à ses prévisions.

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 septembre 1895.

Œuvres complètes de Christiaan Huygens. Tome sixième : *Correspondance*, 1666-1669. La Haye, Martinus Nijhoff, 1895; 1 vol. in-4°.

Société nationale d'Agriculture de France. Séance publique solennelle du 4 juillet 1895. Discours de M. Schlœsing, Président de la Société. Compte rendu des travaux de la Société, par M. Louis Passy, Secrétaire perpétuel. Paris, Chamerot et Renouard, 1895; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire. N° 17. 15 septembre 1895. Paris, Asselineau et Houzeau; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques. Août 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Journal d'Agriculture pratique. 1895. Tome II. N° 37. 12 septembre. Fasc. in-8°.

Bulletin mensuel de l'observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei, près Chang-Hai (Chine). Zi-Ka-Wei, 1895; 1 vol. in-4°.

Acta Societatis Scientiarum fennicæ. Tomus XX. Helsingforsiæ, 1895; 1 vol. in-4°.

Boletin de la Comision geologica de México. Num. I : *Fauna fosil de la Sierra de Catorce San Luis Potosi*, por ANTONIO DEL CASTILLO y JOSE G. AGUILERA. México, 1895; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 SEPTEMBRE 1895,

PRÉSIDÉE PAR M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un échantillon de carbon noir du Brésil.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Le carbon est une variété de diamant noir qui parfois possède une cristallisation confuse, parfois présente un aspect chagriné. Notre confrère M. Des Cloizeaux a mentionné, dans l'étude qu'il a faite du carbon, différents cristaux parmi lesquels un cube complet à arêtes arrondies.

» On sait que ce carbon, qui est très recherché par l'industrie pour sa dureté (¹), se rencontre surtout au Brésil, dans la province de Bahia et en petite quantité à Minas Géraès. On a signalé aussi son existence dans l'île de Bornéo.

» L'échantillon de carbon que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie

(¹) On l'emploie surtout pour armer les couronnes des machines perforatrices dont on se sert pour faire les sondages. Lorsqu'il est de bonne qualité, sa valeur est voisine de 65fr le carat.

a été trouvé le 15 juillet 1895, dans une terre diamantifère de la province de Bahia, au Brésil, par un mineur du nom de Sergis Borgès de Carvalho. Il a été rencontré dans les terrains de la deuxième compagnie d'exploitation, qui se trouvent entre la rivière « Rio de Rancardor » et le ruisseau « das Bicas » sur le territoire de la ville de Lençoes ([1]).

» L'échantillon actuel, qui appartient à M. C. Kahn, pèse maintenant 630^{gr}, soit 3073 carats ([2]). C'est par conséquent le plus gros échantillon de carbon qui ait été trouvé jusqu'ici. On avait rencontré précédemment quelques rares échantillons de carbon de 6 à 800 carats et un seul de 1700 carats, encore ce dernier était-il peu homogène et de qualité inférieure.

» Ce nouveau carbon, de forme arrondie, est d'un noir bien franc et sa surface est tantôt chagrinée, tantôt unie. La partie chagrinée, examinée à la loupe ou au microscope avec un faible grossissement, a l'aspect d'une matière qui aurait laissé échapper des gaz étant encore à l'état pâteux. Elle ressemble beaucoup à la surface des grains de carbon microscopiques, que nous avons obtenus dans nos culots d'argent et de fer comprimés par un refroidissement brusque dans l'eau. La couleur aussi est identique.

» Ce carbon est poreux; depuis qu'il a été retiré du sol, c'est-à-dire depuis deux mois, il a perdu en poids environ 19^{gr}; au moment où il a été trouvé, il pesait 3167 carats.

» En résumé, c'est le plus bel échantillon de carbon noir qui ait été rencontré jusqu'ici dans les terrains diamantifères du Brésil. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'existence de la glycosurie phlorizique chez les chiens ayant subi la section de la moelle.* Note de M. R. LÉPINE.

« On sait par les travaux de MM. Chauveau et Kaufmann que si, chez des chiens dont la moelle a été préalablement coupée à la partie inférieure de la région cervicale ou à la partie supérieure de la région dorsale, on extirpe complètement le pancréas, la glycosurie fait défaut. Il n'en est pas de même chez des chiens ainsi préparés, si, au lieu de leur enlever cet organe, on leur administre de la phlorizine.

---

(1) Les mineurs brésiliens doivent payer, au propriétaire des terrains sur lesquels ils travaillent, un droit de 25 pour 100 sur le produit brut des pierres qu'ils rencontrent et ils payent, en outre, un droit au Gouvernement comme chercheurs de diamants.

(2) En donnant au carat une valeur de $0^{gr},205$.

» Chez six chiens, j'ai coupé la moelle à différentes hauteurs, à partir de la cinquième cervicale; puis, une demi-heure après, je leur ai ingéré dans l'estomac, ou je leur ai injecté sous la peau, en solution alcaline, de $0^{gr},5$ à $0^{gr},2$ de phlorizine, par kilogramme. Ces chiens ont survécu plus de vingt-quatre heures; chez tous, la glycosurie a débuté dans les quatre heures consécutives à l'administration de la substance. Elle ne m'a pas paru notablement différer chez eux de celle qu'on observe chez les chiens sains après l'administration de la phlorizine, sauf en ceci que, la section de la moelle diminuant la diurèse, la quantité totale du glucose éliminé dans les vingt-quatre premières heures est moindre que chez des chiens n'ayant pas subi cette opération.

» J'ai autrefois indiqué, avec M. Barral (*Comptes rendus,* 28 déc. 1891), que, dans la glycosurie phlorizique, le pouvoir glycolytique du sang *n'est pas diminué*, contrairement à ce qui a lieu, selon moi, dans le diabète pancréatique. L'existence de la glycosurie, malgré la section de la moelle, chez les chiens soumis à l'administration de la phlorizine, est une nouvelle preuve que, dans ce cas, la pathogénie de la glycosurie est essentiellement différente de celle qui est consécutive à l'ablation du pancréas. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure intitulée : « Les limites actuelles de notre Science; discours présidentiel prononcé le 8 août 1894 devant la British Association, dans sa session d'Oxford, par le *marquis de Salisbury* »; traduit par M. *W. de Fonvielle*. (Présenté par M. Faye.)

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la composition de la pélagéine.* Note de MM. **A.-B. Griffiths** et **C. Platt.**

« Nous avons déterminé la composition chimique du pigment violet de la Méduse (*Pelagia*). Le pigment et les graisses sont solubles dans l'alcool bouillant et l'éther. La solution filtrée est évaporée à sec; le résidu est traité par une solution de soude, et le pigment est extrait rapidement par le sulfure de carbone. On évapore spontanément; le pigment violet reste comme un résidu amorphe.

» Les analyses de ce pigment ont donné les résultats suivants :

Substance employée	$0^{gr},2058$
CO^2	$0,47325$
H^2O	$0,081$

Substance employée	$0^{gr},4605$
Volume d'azote	$15^{cc},15$
Pression barométrique	742^{mm}
Température	15°

» Ces résultats répondent à la formule $C^{20}H^{17}AzO^{7}$. Ce pigment, auquel nous donnons le nom de *pélagéine*, est soluble dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique; insoluble dans l'eau, très soluble dans le sulfure de carbone. A l'état isolé, la pélagéine est décolorée par la lumière; les solutions de ce pigment ne donnent pas, au spectroscope, de bandes caractéristiques d'absorption. »

La séance est levée à 3 heures trois quarts. M. B.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 SEPTEMBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une lettre de M. *J.-B. Pasteur,* annonçant à l'Académie la mort de son père, *Louis Pasteur,* décédé à Villeneuve-l'Étang (Garches), le 28 septembre 1895.

M. **A. Cornu**, Président, s'exprime comme il suit :

« Un grand malheur frappe l'Académie : notre illustre Confrère M. Pasteur s'est éteint doucement avant-hier à Garches, où l'affection des siens le disputait depuis bien des semaines aux rigueurs d'une santé chancelante. Ce deuil ne frappe pas seulement l'Académie, dont il était l'un des Membres les plus anciens et les plus vénérés : il atteint la France qui ne comptait pas de plus ardent patriote; il atteint même le monde tout entier, où les découvertes de Pasteur ont répandu avec tant d'éclat le renom glorieux de la Science française.

» Sous l'émotion de ce coup imprévu, nous n'avons pas à rechercher

dans le détail tout ce qui nous rend chère la mémoire de Pasteur : il suffit de rappeler que, pendant plus d'un demi-siècle, chacun de ses travaux a apporté un progrès à la Science, un bienfait à son pays, un soulagement à l'humanité.

» Mais, ce qu'il est particulièrement doux de rappeler à notre Académie, c'est que les grands bienfaits qui feront bénir son nom par les générations futures, Pasteur les doit au culte désintéressé de la Science; c'est par l'esprit scientifique le plus rigoureux qu'il s'est élevé, non seulement aux conceptions les plus hautes, mais encore aux résultats les plus pratiques : magnifique réponse à ceux qui méconnaissent le rôle admirable de la Science pure dans le développement moral et matériel des nations.

» Doué d'une pénétration et d'une ténacité peu communes, Pasteur, fils de ses œuvres, après s'être essayé aux belles questions de la constitution moléculaire des cristaux, a attaqué les problèmes les plus obscurs touchant l'origine de la vie et le développement de ces organismes aussi redoutables qu'invisibles : il les a résolus de la manière la plus heureuse et la plus féconde.

» Grâce à cet esprit de rigueur, puisé à l'École Normale dans l'étude des Sciences exactes, grâce à une merveilleuse habileté expérimentale, il a réussi à porter dans le domaine de la Biologie et de la Médecine, éternel champ clos des théories contradictoires et des disputes sans fin, une rigueur, une puissance de démonstration que les Sciences de Calcul paraissaient seules pouvoir atteindre.

» Si cette grande intelligence disparaît, son œuvre immense subsiste; le généreux enthousiasme de ses admirateurs de toutes les nations en a sanctionné l'importance et assuré le développement, en élevant ce magnifique Institut qui a rendu déjà, sous l'impulsion du Maître, de si éclatants services.

» Rien ne pourrait adoucir l'amertume de nos regrets, si nous ne savions que Pasteur revit là dans ses amis et ses élèves.

» Après avoir connu les jours sombres de la lutte, Pasteur a eu l'immense et mérité bonheur d'assister, vivant encore, au triomphe de ses idées : dans une séance mémorable, il a reçu les témoignages émus des savants de tous les pays; il a ainsi pu contempler, au soir d'une vie relativement heureuse, les premiers rayons de l'immortalité que la postérité lui réserve. »

L'Académie décide que la séance sera levée, en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Remarques au sujet du Discours de* Lord Salisbury « *sur les limites actuelles de notre Science* »; par M. **Émile Blanchard.**

« J'ai lu avec tout l'intérêt qu'il mérite le beau Discours de Lord Salisbury, dont je ne saurais trop vraiment approuver les tendances; j'ai pris connaissance de l'excellente traduction que M. de Fonvielle en a donnée. Cependant je me bornerai à citer, à l'appui de l'opinion de l'auteur, les arguments que je peux puiser dans la spécialité dont je me suis occupé pendant toute la durée d'une existence déjà bien longue. J'ai donné mille preuves que les variations des espèces sont toujours contenues dans des limites plus ou moins étroites; j'ai fait des expériences nombreuses pour modifier la couleur des ailes d'un papillon et je n'ai pu y parvenir! La couleur primitive a toujours reparu, quoique j'aie soumis mes élèves à la lumière colorée de toutes les nuances du spectre.

» Lord Salisbury a parfaitement raison de dire qu'il y a, dans la nature, des phénomènes dont l'esprit humain ne peut trouver l'explication, et l'origine des êtres est de ce nombre. Nous devons remercier l'auteur d'avoir mis en évidence cette grande vérité, d'une façon si nette et si précise.

» Il y a une trentaine d'années je formulais cette vérité en ces termes :

» Comme une prodigieuse énigme s'offre à l'esprit humain, l'apparition des êtres à la surface du globe. Il fut un temps où les conditions de la vie n'existaient pas sur la terre. Le jour est venu où ces conditions ont été réalisées; la terre s'est couverte de végétation et s'est peuplée d'animaux; l'homme a été créé. Cette vérité, conforme au sentiment général manifesté chez les nations dès l'antiquité, se démontre par la structure de l'écorce terrestre et par la présence des débris organiques. Maintenant, si l'on cherche à se figurer la naissance de la vie, à saisir la manière dont elle s'est produite, tout effort de la pensée demeure stérile. Les merveilleuses découvertes de la Science permettent de tracer avec certitude une partie de l'histoire du monde dans les âges reculés, de rendre une sorte d'existence aux aspects de la nature pendant des périodes successives; elles n'apportent aucune lumière sur l'origine des êtres. Les magnifiques résultats acquis par les investigations modernes font prévoir encore d'immenses progrès dans la connaissance des surprenants phénomènes dont notre planète a été le théâtre; ils n'autorisent pas à espérer que l'on apprendra

un jour de quelle façon les êtres ont surgi. Le commencement semble devoir rester à jamais impénétrable.

» L'ardeur qui pousse certains esprits à s'inquiéter de l'origine des êtres est néanmoins le signe d'une noble ambition; malavisés ceux qui voudraient la condamner! Dans les élans pour entrevoir le monde à son début et comprendre les causes de la multiplicité des formes végétales et animales, la pensée s'élève en raison de la grandeur du sujet qui l'attire. Les tentatives, pour faire jaillir la clarté sur la Création à l'aide de la Science, auront pour dernier résultat de mieux assurer la reconnaissance des vérités. Après avoir séduit ou égaré la foule, les interprétations audacieuses, les fantaisies de l'imagination perdront tout charme en présence des faits bien appréciés. Les engouements irréfléchis passent; avec l'étude profonde, les erreurs disparaissent.

» Des idées sur l'origine des espèces, déjà un peu anciennes et longtemps assez dédaignées, tout à coup rajeunies par une exposition habile, un grand art de dialectique, tous les dehors d'une science solide, ont provoqué des enthousiasmes. M. Darwin a occupé l'opinion; il est devenu presque populaire. Les investigateurs, en général, ont montré peu de goût pour des hypothèses fondées sur des notions vagues, incomplètes ou inexactes et souvent contredites par les faits; au contraire, des gens qui ne songent guère la plupart à s'appliquer à des études longues et pénibles se sont passionnés pour une doctrine. La variabilité au sein de la nature, la variabilité dans l'état de domesticité, la lutte pour l'existence, la sélection naturelle, puis la sélection sexuelle, ont charmé beaucoup d'esprits. Les transformations indéfinies, l'évolution incessante, les perfectionnements continus ont donné des émotions, comme autrefois la croyance que le vil métal pouvait se changer en or pur. A considérer la foi naïve de beaucoup de lecteurs sur l'*Origine des Espèces*, surtout, il y a quelques années, un homme arrivant d'un long voyage se serait persuadé que M. Darwin avait ouvert une fenêtre d'où l'on voit clairement les formes végétales et animales toujours se diversifiant et toujours se perfectionnant depuis la première apparition de la vie jusqu'à l'époque actuelle.

» Le livre a eu des apologistes, et les détracteurs n'ont pas manqué; mais, chose étrange, de part et d'autre on s'est tenu à des généralités; pour le grand nombre, c'était une affaire de sentiment. Dans une circonstance, la valeur et la portée des assertions du naturaliste anglais ont été discutées en France sans autre préoccupation que la vérité scientifique; la discussion eut lieu dans une enceinte close. Louis Agassiz, l'observateur

plein de sagacité, le penseur profond, le savant illustre, se proposait de ramener l'attention publique sur les faits qui éloignent absolument l'idée d'une évolution perpétuelle; il est mort ayant dicté à peine quelques pages.

» Si le mode d'apparition des êtres doit rester à jamais voilé, il n'est sans doute pas impossible d'arriver à la certitude touchant la fixité ou la transformation à travers les temps des types de la végétation et du monde animal.

» On n'a jamais vu et l'on ne saurait se figurer l'apparition d'un être ne dérivant pas d'un autre être; ce serait donc folie d'expliquer la création. Si, comme le supposent les adeptes du transformisme, toutes les espèces provenaient de quelques types primitifs ou même d'une seule cellule primordiale, l'apparition ou de ces types, ou de cette cellule mère du monde vivant, ne serait ni plus explicable, ni moins extraordinaire à nos yeux que l'apparition d'une multitude de créatures. J'ai vu, par certaines personnes, la question si étrangement comprise qu'on est venu me citer comme des preuves du transformisme des cas de polymorphisme comme il y en a des exemples dans le règne animal et dans le monde végétal. Depuis le jour, déjà passablement éloigné, où je fus amené à combattre le transformisme, j'ai souvent déclaré autour de moi que si un investigateur parvenait à faire la démonstration scientifique d'une certaine transformation chez quelques représentants d'un groupe du règne animal, je me tenais à sa disposition pour présenter le résultat à l'Académie des Sciences, pour proclamer, pour affirmer le triomphe de l'auteur. En 1888, je renouvelais mon appel, déclarant que je ne souffrirais en aucune façon de me trouver vaincu.

» Ayant pour me consoler la perspective d'un progrès scientifique dont l'importance serait immense, c'était de toutes les forces de mon âme que je jetais cette parole à tous les amis des Sciences naturelles : « Montrez-» nous une fois l'exemple de la transformation d'une espèce. » Personne n'est jamais venu profiter de ma bonne volonté. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la glycosurie consécutive à l'ablation du pancréas.* Note de M. **R. Lépine**.

« MM. Minkowski, Hédon, etc., ont bien décrit, d'une manière générale, les variations de la glycosurie chez le chien privé de pancréas; mais ils ne l'ont pas étudiée, comme je vais le faire, spécialement dans les

trente premières heures à partir de l'opération. Mes résultats sont basés sur l'analyse de plus de quatre-vingts expériences, faites sur des chiens, tous à jeun depuis au moins vingt heures au moment de l'ablation du pancréas (laquelle a été pratiquée *en un seul temps, aussi complètement que possible*), et maintenus, pendant les trente heures consécutives, à l'inanition absolue, c'est-à-dire ne recevant pas même de l'eau.

» 1° *Moment d'apparition de la glycosurie.* — Celle-ci étant, comme on sait, favorisée par les anesthésiques et l'opium, l'étude spéciale de son début a été faite sur trente-deux chiens opérés sans l'emploi d'anesthésiques ou de morphine, ce qui, d'ailleurs, ne présente aucune difficulté chez certains chiens peu sensibles. Voici les résultats :

Début de la glycosurie.	Nombre de chiens.
Vers la quatrième heure, chez................	5
A $4^h \frac{1}{2}$ précises, chez........................	1
Vers la cinquième heure, chez................	10
Entre la sixième et la huitième heure, chez....	7
A $8^h \frac{1}{2}$ précises, chez........................	1
Vers la neuvième heure, chez................	2
Après dix heures, chez......................	6

» On voit que, chez la moitié, la glycosurie a débuté dans les cinq premières heures, résultat assez inattendu, et, chez les trois quarts, *avant* la neuvième heure. D'autre part, dans près d'un cinquième des cas, elle s'est fait attendre *plus* de dix heures bien que l'ablation du pancréas ait été *totale*, ainsi que cela a été vérifié à l'autopsie. Elle peut, parfois, ne survenir que beaucoup plus tard, et même, exceptionnellement, faire défaut dans les trente premières heures. Le retard (ou l'absence) de la glycosurie se rencontre (indépendamment des cas où l'ablation a été incomplète) chez les chiens *inanitiés* ou, du moins, mal nourris, *vieux*, ayant eu après l'opération une hémorrhagie interne (ou une péritonite précoce).

» 2° *Évolution et intensité de la glycosurie.* — Dans la grande majorité des cas elle acquiert rapidement une grande intensité. Pour ne parler ici que du pourcentage (étudié dans 84 cas), il est fréquent de voir, en 2 heures, le chiffre du glucose passer de 0 à 30^{gr} et davantage. D'autre part, dans des cas d'ailleurs exceptionnels, se rencontrant presque exclusivement chez les chiens dont la glycosurie a débuté tardivement, l'ascension est peu rapide : ainsi, chez une chienne, antérieurement mal nourrie, dont l'urine, 9 heures après l'opération, ne renfermait pas trace de sucre, mais qui en contenait 2 heures plus tard, le chiffre de 50^{gr} par litre n'a été atteint qu'à

la vingtième heure. Chez une autre, dans les mêmes conditions, ce même chiffre n'a été observé qu'à la vingt-cinquième heure.

» Le moment précis où arrive le maximum du pourcentage du sucre a pu être élucidé dans 52 cas. Il en est survenu :

Dans les 16 premières heures........	23 fois
Après 16 heures....................	29 fois

» Pendant la période d'augment et de décroissance de la glycosurie, la courbe du pourcentage n'est pas toujours régulière : elle présente souvent des ondulations bien marquées.

» Quant au degré d'intensité de la glycosurie, sur 84 chiens, 7 seulement ont atteint ou dépassé 100^{gr} de sucre par litre. Le maximum de pourcentage est généralement compris entre 60 et 80^{gr}. Dans près d'un quart des cas il n'atteint pas 60^{gr}. Ces derniers cas ressortissent surtout à ceux où la glycosurie a été lente à s'établir.

» 3° *Rapport du sucre à l'azote de l'urine.* — Cette étude a été faite sur les 84 chiens. En représentant par 1 la quantité d'azote par litre, on trouve, au moment du *maximum* de la glycosurie, que le chiffre du sucre par litre, chez les chiens *antérieurement bien nourris*, est compris entre 5,7 et 3,1 ; moyenne 3,8. — Chez les chiens *antérieurement mal nourris*, il est compris entre 4,3 et 1,5, avec 3,2 pour moyenne. — On remarquera le chiffre élevé 5,7. J'ai même, dans six cas, observé un chiffre supérieur; mais il s'agissait de chiens ayant reçu une forte dose de morphine, etc. J'ai laissé ces cas de côté.

» D'après M. Minkowski, si le chien, plusieurs jours après l'ablation du pancréas, est mis à l'inanition ou au régime carné strict, le chiffre du rapport du sucre à 1 d'azote tend à se rapprocher, en général, de 2,8. C'est à leur réserve de glycogène, non épuisée après une quarantaine d'heures [1] que sont dus les chiffres élevés que j'ai relatés plus haut; et, si, chez un petit nombre d'animaux mal nourris, j'ai trouvé un chiffre inférieur à 2,8, cela tient à ce que, après l'ablation du pancréas, l'énergie glycolytique de l'économie étant simplement diminuée, mais non abolie, ils ont détruit une notable proportion du peu de sucre qu'ils avaient pu former dans leur mauvais état de nutrition.

---

[1] J'ai dit plus haut que tous étaient à jeun depuis plus de vingt heures au moment de l'opération; d'autre part, le maximum du pourcentage du sucre arrive, en général, soit un peu avant la seizième heure, soit peu après la vingtième.

» A partir du moment où décroît la glycosurie, le chiffre du *Rapport* du sucre à l'azote diminue dans tous les cas où il était supérieur à 2,8, c'est-à-dire chez presque tous les animaux. Cela est en relation avec la diminution de leur réserve de glycogène. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture des télégrammes suivants, adressés à l'Académie à l'occasion de la mort de M. Pasteur :

« Cetinje, 267 SSS. 76 $9^h 20^m$.

Le Prince Nicolaus de Monténégro à Monsieur le Secrétaire perpétuel de l'Académie française.

» Je m'associe de cœur au deuil immense qui vient de frapper le monde savant et l'Institut en particulier, en lui enlevant un des plus grands génies qui aient honoré la France, et l'un des bienfaiteurs de l'humanité. Je dépose un respectueux hommage et l'expression de mes regrets profonds sur la tombe de l'immortel Pasteur.

Nicolas. »

« Venezia, 30 septembre, $2^h 35^m$ soir.

» Prière représenter Royal Institut Sciences de Venise funérailles Pasteur,

Président Berchet. »

« London, 29 septembre, $11^h 6^m$ du matin.

» Déplore avec tout le monde scientifique perte Pasteur, le savant français immortel.

Mendeleef. »

« Rome, 29 septembre, $6^h 45^m$ soir.

» Professeur Bouchard, Paris.

» Je vous prie d'exprimer mes plus vives condoléances à la famille et à vos collègues, pour la mort de l'illustre Pasteur.

Le Ministre de l'Instruction publique,
G. Baccelli. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une « Étude sur la Théorie mécanique de la chaleur », par M. *Ch. Brun*.

M. d'Abbadie transmet à l'Académie les informations suivantes, publiées par divers journaux scientifiques en Angleterre :

« Un télégramme du 17 septembre courant, arrivé de Sandefiord en Norwège, annonce qu'on y a reçu des avis d'Angmasalik, station danoise sur la côte orientale du Groenland. Vers la fin de juillet dernier, les Esquimaux ont vu, à deux reprises, un trois-mâts dont le beaupré était court. Il était solidement encastré (*ou* emboîté) dans un glaçon flottant sous 65°45′ de latitude, par le travers de Sermiligak. Plus tard, on l'a revu devant Sermelik, par 65°20′ de latitude. On croyait au Groenland que ce navire doit être le *Fram,* et qu'il revenait de sa longue expédition. On se rappelle que M. Nansen s'y est embarqué il y a deux ans pour tâcher d'atteindre le pôle Nord. On pensait d'ailleurs que, dans tous les cas, nous n'en aurons pas des nouvelles positives avant le début de l'année prochaine. »

PHYSIQUE. — *L'évaporation des liquides et les grandes théories capillaires.* Note de M. G. Van der Mensbrugghe.

« La plupart des liquides s'évaporent spontanément à l'air ; c'est un fait sur lequel tous les observateurs sont d'accord. Quelles sont les principales conséquences de ce fait au point de vue des théories capillaires? Les voici :

» 1° La couche liquide, d'où se détachent incessamment les particules destinées à former de la vapeur, ne peut pas avoir la même densité que le liquide à l'intérieur de la masse, sans quoi il y aurait un passage brusque de l'état liquide à l'état de vapeur; il faut donc admettre, dans la couche superficielle, une densité qui va en décroissant vers l'extérieur.

» Cette première conséquence rend caduques toutes les théories capillaires où l'on suppose les liquides incompressibles (comme celle de Laplace) ou de même densité partout (comme celle de Gauss).

» 2° Lorsque la masse considérée est très petite (cas des bulles, des lames liquides), l'évaporation donne lieu à des pertes de poids dont on peut d'autant moins faire abstraction que la masse liquide est plus minime.

» La deuxième conséquence condamne toute théorie capillaire où l'on regarde une masse liquide comme ayant un volume invariable (Poisson, etc.).

» 3° Enfin, le fait du renouvellement constant de la couche superficielle libre d'une masse liquide prouve, sans contestation possible, que *cette couche n'est pas en équilibre*. D'après cela, quelle confiance peut-on accorder aux trois grandes théories capillaires de Laplace, de Gauss et de

Poisson, et à tous les travaux des analystes contemporains (Neumann, Mathieu, MM. Van der Wals, Resal, Poincaré, etc.), qui supposent formellement une masse liquide *en équilibre?*

» Faut-il s'étonner que, par aucune de ces théories, par aucun de ces travaux, d'ailleurs parfois très remarquables au point de vue de l'Analyse pure, on ne soit parvenu à découvrir les véritables forces figuratrices d'une masse liquide, c'est-à-dire les forces d'où dépend, non pas l'équilibre du liquide dans toutes ses parties (cet équilibre-là n'existe point dans la nature), mais bien l'équilibre de forme ou de figure de ladite masse?

» C'est pour avoir méconnu les vrais caractères d'un liquide, que les mathématiciens ont été amenés non seulement à passer sous silence le fait évident de l'évaporation, mais même à regarder la force contractile des liquides, force mesurée pourtant par les procédés les plus variés, comme purement fictive et invoquée uniquement pour faciliter l'explication des phénomènes capillaires.

» Je regarde comme un devoir de signaler aux physiciens une imprudence incroyable des analystes : d'une part, ils ont laissé dans l'oubli une propriété évidente (l'évaporation) et jeté le doute sur l'existence d'une force rendue pourtant manifeste de mille façons diverses; d'autre part, ils ont toujours appuyé leurs calculs sur la supposition de l'état d'équilibre d'une masse liquide, c'est-à-dire d'un état de choses qui n'est jamais réalisé dans la nature.

» Mais quelle est la cause de ce défaut d'équilibre dans la couche superficielle? Je crois avoir pu déduire cette cause du jeu même des forces moléculaires, par une première méthode publiée en 1893 (1), et, en 1894, à l'aide d'une démonstration extrêmement simple (2). J'ai dû conclure ainsi à une diminution graduelle de la densité dans la couche superficielle, et, en raison même de cette diminution, à un ensemble de forces dont les unes produisent l'évaporation, et dont les autres constituent la tension superficielle qui préside à l'équilibre *de figure* de la masse liquide, soumise aux seules actions moléculaires. »

---

(1) *Sur la cause commune de la tension superficielle et de l'évaporation des liquides* (*Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, 3e série, t. XXVI, p. 37-71).

(2) *Démonstration très simple de la cause commune de la tension superficielle et de l'évaporation des liquides* (*Ann. de la Soc. scientif. de Bruxelles,* t. XVIII, première Partie, séance de janvier 1894).

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur un nouvel engrais azoté : le cyanate de calcium.* Note de M. **Camille Faure.**

« Grâce aux développements des Arts électriques, voici un nouvel engrais azoté, propre à la grande agriculture, dans des conditions économiques remarquables.

» Il s'agit du cyanate de calcium $Ca(CAzO)^2$ qui jusqu'ici n'existait qu'en quantité minime dans nos laboratoires et qui devient subitement un succédané très sérieux du nitrate de soude qui nous vient à grands frais de l'étranger; il est même plus riche que ce dernier en azote assimilable.

» Le cyanate de calcium étant une substance oxydée, ne nécessite pas, dans l'ensemble de sa production, de mise importante de calorique; toutes les opérations de la fabrication se passent dans un seul et unique haut fourneau électrique, où un mélange de calcaire et de charbon est soumis successivement à un chauffage préliminaire direct à 1500° C., ensuite à une surchauffe électrique à 2500° C. en présence de l'azote pur en grand excès, et finalement à une oxydation par l'air dont l'oxygène est retenu par le produit, tandis que l'azote emporte dans la chambre électrique la chaleur due à l'oxydation.

» Il suffira de faire l'opération dans un haut fourneau important pour que le rendement calorifique soit suffisamment économique.

» Quant à l'assimilation de l'azote de ce produit par les plantes, elle ne paraît pas douteuse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses au moyen de l'éther cyanacétique.* Note de M. **T. Klobb.**

« J'ai étudié l'action de quelques réactifs sur les éthers phénacylcyanacétiques, dérivés dont j'ai décrit récemment le mode de préparation [1].

» I. A 1 molécule de phénacylcyanacétate d'éthyle ou de méthyle, on ajoute 1 molécule de potasse, en solution à 5 pour 100. On filtre, on acidule *aussitôt* à l'acide sulfurique, et l'on extrait à l'éther; après plusieurs cristallisations dans l'eau bouillante,

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 161.

on obtient des paillettes nacrées, blanches, qui fondent à 69°; c'est l'*acide phénacylcyanacétique*

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CH\begin{cases} CAz \\ CO^2H \end{cases} + H^2O.$$

» Il retient 1 molécule d'eau de cristallisation, qu'il perd dans le vide sec; l'acide anhydre fond à 99°-100. Il est très soluble dans l'eau chaude et dans tous les dissolvants habituels; en présence d'un excès d'alcali, il se convertit en une matière colorante bleue insoluble.

» Le sel de sodium $C^{11}H^8AzO^3Na + 3H^2O$ cristallise en prismes très solubles dans l'eau et dans l'alcool.

» Le sel d'argent $C^{11}H^8AzO^3Ag$ est un précipité blanc.

» Le sel de phénylhydrazine $C^{11}H^9AzO^3, C^6H^5Az^2H^3$ se précipite sous forme d'une poudre blanche fusible à 113°, lorsqu'on mélange des dissolutions d'acide anhydre et d'hydrazine dans l'éther absolu. C'est un produit très altérable.

» Bouilli longtemps avec un grand excès de potasse, l'acide phénacylcyanacétique se dédouble suivant l'équation

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CH\begin{cases} CAz \\ CO^2H \end{cases} + 3KOH$$
$$= C^6H^5 - CO - CH^2 - CH^2 - CO^2K + AzH^3 + CO^3K^2.$$

» L'*acide phénacylacétique* $C^{10}H^{10}O^3$, ainsi obtenu, fond à 116° et est identique avec l'acide benzoylpropionique de Kues et Paal (¹).

» Par ébullition prolongée avec un excès d'eau, les éthers phénacylcyanacétiques sont saponifiés partiellement; en évaporant la liqueur, la plus grande partie de l'éther primitif cristallise, tandis que l'eau-mère retient l'acide phénacylcyanacétique qui s'est formé.

» En présence de l'alcoolate de soude, les éthers phénacylcyanacétiques échangent l'atome d'hydrogène du groupe CH contre des radicaux alcooliques gras ou aromatiques

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CH\begin{cases} CAz \\ CO^2R \end{cases} + IR + R - O - Na$$
$$= C^6H^5 - CO - CH^2 - C(R)\begin{cases} CAz \\ CO^2R \end{cases} + NaI + ROH.$$

» J'ai préparé d'après cela :

» Le *méthylphénacylcyanacétate de méthyle*

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - C(CH^3)\begin{cases} CAz \\ CO^2CH^3 \end{cases},$$

fines aiguilles qui fondent à 113°;

» *L'éthylphénacylcyanacétate d'éthyle* $C^6H^5 - CO - CH^2 - C(C^2H^5)\begin{cases} CAz \\ CO^2C^2H^5 \end{cases}$ qui cristallise dans le sulfure de carbone en gros prismes rhombiques, fusibles à 64°,

(¹) *Berichte der deutschen chem. Ges.*, t. XVIII, p. 3323.

et le *benzylphénacylcyanacétate de méthyle* $C^6H^5-CO-CH^2-C(C^7H^7)\langle{}^{CAz}_{CO^2CH^3}$ qui fond à 133°-134°.

» En revanche, je n'ai pas réussi à remplacer cet atome d'hydrogène par du benzoyle. M. Haller a, d'ailleurs, fait la même remarque à propos de l'éther acétylcyanacétique et de ses homologues : dans ces dérivés l'hydrogène du groupe CH ne peut pas s'échanger contre des radicaux acides.

» II. *Action de la chloracétone sur l'éther cyanacétique sodé.* — A $45^{gr},2$ d'éther cyanacétique, on ajoute une solution de $9^{gr},2$ de sodium dans 200^{gr} d'alcool absolu. Le tout est introduit par petites portions, et en refroidissant, dans un peu plus de la quantité théorique de chloracétone rectifiée et étendue elle-même d'un peu d'alcool absolu. On chasse l'alcool au bain-marie, on reprend par l'eau et l'on agite avec de l'éther; après contact avec du chlorure de calcium, on distille et l'on rectifie dans le vide. La fraction qui passe à 160°-171° ($H = 24^{mm}$) a donné à l'analyse des nombres qui s'accordent avec la formule $C^8H^{11}AzO^3$. C'est l'*acétonylcyanacétate d'éthyle* formé suivant l'équation

$$CH^3-CO-CH^2Cl + CHNa\left\langle{}^{CAz}_{CO^2C^2H^5}\right. = NaCl + CH^3-CO-CH^2-CH\left\langle{}^{CAz}_{CO^2C^2H^5}\right..$$

» C'est un liquide ambré, dont la densité à 16° est égale à 1,100; il est soluble dans les alcalis ainsi que dans l'acide chlorhydrique concentré.

» En remplaçant dans la préparation ci-dessus le cyanacétate d'éthyle par le cyanacétate de méthyle, et en opérant au sein de l'alcool méthylique, j'ai obtenu *l'acétonylcyanacétate de méthyle* $CH^3-CO-CH^2-CH\left\langle{}^{CAz}_{CO^2CH^3}\right.$. C'est un liquide épais dont la densité à 16° est de 1,148. Il bout à 159°-166°, à la pression moyenne de 26^{mm}.

» Ces deux éthers se combinent très facilement avec la phénylhydrazine; il suffit de chauffer jusqu'à l'ébullition les deux liquides en quantité théorique; par refroidissement le tout se prend en masse. On purifie les hydrazones par des cristallisations répétées dans l'alcool absolu. L'hydrazone $CH^3-\underset{\underset{Az-AzHC^6H^5}{\|}}{C}-CH^2-CH\left\langle{}^{CAz}_{CO^2C^2H^5}\right.$ cristallise en aiguilles blanches fusibles à 144°. Son homologue inférieur

$$CH^3-\underset{\underset{Az-AzHC^6H^5}{\|}}{C}-CH^2-CH\left\langle{}^{CAz}_{CO^2CH^3}\right.$$

fond à 137°-138° [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution des acides produits dans l'oxydation de l'acide campholénique inactif.* Note de M. A. **Béhal**.

« Dans une Note parue aux *Comptes rendus* (t. CXXI, p. 213), j'ai montré que l'oxydation de l'acide campholénique au moyen de l'acide

---

[1] Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

nitrique se fait très régulièrement en donnant de l'acide isobutyrique, deux acides bibasiques répondant aux formules $C^6H^{10}O^4$ et $C^7H^{12}O^4$, et enfin de l'acide hydroxycamphoronique $C^9H^{14}O^6$.

» Je me suis attaché, depuis, à établir expérimentalement la constitution de l'acide $C^6H^{10}O^4$, celle des autres produits de l'oxydation pouvant en découler normalement.

» L'acide $C^6H^{10}O^4$ ne peut pas être un acide homologue de l'acide malonique, car il distille sans perte d'acide carbonique en donnant un anhydride; les recherches pour l'identification de ce corps devaient donc se porter sur les acides succiniques ou glutariques répondant à cette formule. Les acides diméthylsucciniques, l'acide éthylsuccinique et les acides méthylglutariques sont connus, mais aucun d'eux ne présente des caractères cadrant parfaitement avec ceux de l'acide obtenu. Celui qui s'en rapproche le plus est l'acide diméthylsuccinique dissymétrique

$$\begin{array}{c} CO^2H - C - CH^2 - CO^2H \\ \diagup\diagdown \\ CH^3\,CH^3. \end{array}$$

» Ce corps, décrit comme appartenant au système triclinique, fond à 137°-138°, en donnant un anhydride fusible à 29° et bouillant à 219°-220°.

» Je préparai synthétiquement cet acide. Pour cela, je fis réagir l'éther bromo-isobutyrique sur le malonate d'éthyle sodé

$$CO^2C^2H^5 - CBr\begin{array}{l} \diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3 \end{array} + Na\,CH\begin{array}{l} \diagup CO^2C^2H^5 \\ \diagdown CO^2C^2H^5 \end{array} = NaBr + CO^2C^2H^5 - \begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ C \\ | \\ CH^3 \end{array} - \begin{array}{c} CO^2C^2H^5 \\ | \\ CH \\ | \\ CO^2C^2H^5 \end{array}.$$

» Je saponifiai l'éther obtenu et je décomposai finalement l'acide au moyen de la chaleur

$$CO^2H - \begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ C \\ | \\ CH^3 \end{array} - \begin{array}{c} CO^2H \\ | \\ CH \\ | \\ CO^2H \end{array} = CO^2 + CO^2H - \begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ C \\ | \\ CH^3 \end{array} - CH^2 - CO^2H.$$

» J'obtins, dans ces conditions, une portion abondante passant à la distillation vers 220° en se solidifiant. Ce corps est un anhydride, il fond vers 22°. Au contact de l'eau il régénère un acide bibasique fusible à 143°-144°; de plus, l'anhydride donne directement avec l'aniline un dérivé phénylamidé très peu soluble dans l'alcool absolu, fusible à 185°, se transformant par la chaleur en dérivé phénylimidé fusible à 86°. Ces caractères sont identiques à ceux de l'acide que j'ai isolé dans l'oxydation de l'acide campholénique. J'ajouterai que M. Georges Friedel, qui a bien voulu en déterminer la forme cristalline, l'a trouvée triclinique.

» En résumé, l'acide $C^6H^{10}O^4$, obtenu dans l'oxydation de l'acide campholénique, n'est autre que l'acide diméthylsuccinique dissymétrique (diméthyl-22-butanedioïque). J'ai trouvé comme point de fusion 144°; celui qui est indiqué est 137°-138° : cela tient à une impureté dans ce dernier cas ([1]) et aussi, en partie, à ce fait que, si l'on maintient l'acide pendant longtemps à une température inférieure à son point de fusion, il se forme de l'anhydride et le mélange fond plus bas.

» La constitution de l'acide $C^7H^{12}O^4$ sera, d'après cela, facile à établir; ce ne peut être, en effet, qu'un acide triméthylsuccinique ou l'un des deux acides diméthylglutariques ayant les deux méthyles attachés au même atome de carbone

$$CO^2H - \underset{\displaystyle CH^3}{\overset{\displaystyle CH^3}{C}} - CH^2 - CH^2 - CO^2H, \quad CO^2H - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\overset{\displaystyle CH^3}{C}} - CH^2 - CO^2H.$$

» L'acide triméthylsuccinique est connu et ses caractères ne correspondent pas à ceux du corps $C^7H^{12}O^4$; il ne reste donc que les deux acides diméthylglutariques. Quelle formule choisir? C'est l'expérience qui permettra de trancher la question.

» Si nous supposons que notre acide réponde à la première de ces deux formules et que nous voulions y rattacher l'acide hydroxycamphoronique, acide tribasique qui doit avoir cette même chaîne fondamentale, celui-ci qui distille dans le vide, d'après mes observations, sans perdre d'acide carbonique et sans donner d'anhydride, ne peut avoir le troisième groupement acide ni en position malonique, ni en position succinique, et par conséquent répondrait à la formule

$$CO^2H - \underset{\displaystyle CH^3}{\overset{\displaystyle CH^3}{C}} - CH\begin{matrix} \diagup CH^2 - CO^2H \\ \diagdown CH^2 - CO^2H \end{matrix}.$$

» J'essaye en ce moment de préparer l'acide diméthylglutarique symétrique, en condensant l'acétone avec l'acide ou l'éther malonique ou en faisant réagir le dichloropropane sur le malonate d'éthyle sodé. J'aurais attendu, pour faire cette Communication, d'avoir préparé synthétiquement

---

([1]) Je dois mentionner, du reste, que M. Ladenburg, en oxydant le tropilène au moyen de l'acide azotique, a obtenu un acide fusible à 142°-143° qu'il considérait comme de l'acide diméthylsuccinique (*Liebig's Ann.*, t. CCXVII, p. 139).

l'acide diméthylglutarique, mais une publication de M. Tiemann me force à établir ma priorité sur ce sujet.

» J'ai communiqué les résultats de l'oxydation de l'acide campholénique inactif dans les *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 213. J'ai établi dans le *Bulletin de la Société chimique*, procès-verbal de la séance du 26 juillet, p. 786, paru le 5 septembre, que l'acide $C^6H^{10}O^4$ était identique à l'acide diméthylsuccinique dissymétrique.

» M. Tiemann a oxydé de même l'acide campholénique que j'ai découvert, successivement par le permanganate de potassium, par le brome et par la potasse et enfin par l'acide azotique; il a obtenu comme produit final les deux acides $C^6H^{10}O^4$ et $C^7H^{12}O^4$ que j'ai décrits. Sans donner de preuves expérimentales de la constitution chimique de ces acides, il admet que l'acide $C^6H^{10}O^4$ est l'acide diméthylsuccinique dissymétrique; que l'acide $C^7H^{12}O^4$ est l'acide diméthylglutarique dissymétrique et enfin que l'acide hydroxycamphoronique répond à la formule que nous lui avons supposée.

» Le travail de M. Tiemann a été publié dans les *Comptes rendus* de la *Société chimique allemande*, parus le 16 septembre. Ma priorité est donc nettement établie.

» Dans le long Mémoire qu'il publie, M. Tiemann a reconnu le bien-fondé des observations que j'avais faites (*C. R.*, t. CXX, p. 1167). Cependant il pense qu'il n'y a qu'une seule campholénolactone et que les deux états de ces corps sur lesquels j'ai insisté longuement ne sont dus qu'à une impureté. Je crois qu'au moment où il a fait ses réserves, M. Tiemann n'avait pas lu le compte rendu *in extenso* de mon Travail que j'ai publié dans le *Bulletin de la Société chimique* (septembre). Quoi qu'il en soit, si l'on prépare l'oxyacide correspondant à la lactone inactive et que l'on purifie ce dernier, séché dans le vide sulfurique, par traitement au benzène, dans lequel l'acide campholénique est extrêmement soluble, la lactone que l'on obtient possède les caractères que j'ai mentionnés. Pour la lactone active qui présente les mêmes états physiques, il me suffira de dire que le pouvoir rotatoire d'une solution de lactone dans son poids d'alcool à 95°, examiné en lumière monochromatique (sodium) dans un tube de 20^{cm}, présentait une rotation droite de 1°21'; l'acide campholénique actif en solution à 1 pour 4 donnait, dans les mêmes conditions, un pouvoir rotatoire droit de 1°4'. Il est bien évident, d'après cela, qu'il existe une lactone active correspondant à l'acide actif. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Des effets des révolutions synodique et anomalistique de la Lune sur la distribution des pressions dans la saison de printemps* (¹). Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Les trois mois lunaires synodiques étudiés ici vont du 9 mars au 6 avril, du 7 avril au 6 mai et du 7 mai au 4 juin 1883.

(¹) Voir *Comptes rendus*, 24 juin 1895. Est continuée, dans le même sens, sur les cartes du *Signal Office*, l'étude de l'année météorologique 1883.

Points principaux de la courbe des moyennes barométriques à $12^h 13^m$ *de Paris, sur la zone de* 10° *à* 30° *par secteurs de* 10° (*action solaire*).

Deuxième mois :

Secteurs comptés de Greenwich et de l'ouest à l'est	1	7	8 et 9	12	17	18	22 et 23	26	32 et 33	36
Longitudes est médianes	$12^h 20^m$	$4^h 20^m$	$5^h 20^m$	$7^h 40^m$	11^h	$11^h 40^m$ s.	$2^h 40^m$ m.	$4^h 20^m$	$9^h 20^m$	$11^h 40^m$
Cotes barométriques (¹).	59,0	56,7	55,3	59,7	60,2	60,5	62,8	59,7	64,3	59,2

» Les différences essentielles entre cette courbe et celle des deux autres mois sont, dans le mouvement des extrêmes, le grand minimum des secteurs 8 et 9 ($5^h 20^m$ soir) et le grand maximum du secteur 32 (9^h matin).

Les minima moyens des 1er, 2e et 3e mois sont respectivement 57,68, 54,89, 53,11
Les maxima » » 63,01, 64,28, 66,32
Les moyennes générales » » 60,73, 60,22, 59,87

» *Courbe des moyennes quotidiennes de la zone* (secteur moyen). — S'écarte assez peu de l'horizontale dans le 1er et le 3e mois. S'en écarte un peu plus dans le 2e, par suite de l'abaissement d'ensemble des pressions du premier au dernier jour du mois.

» Les points à signaler dans les faibles inflexions de ces courbes mensuelles sont :

Équinoxe. — Dans les 4 jours comprenant l'équinoxe, double oscillation de $0^{mm},6$ à $0^{mm},7$ (²).
NL. — Cote diffère peu de la moyenne.
PQ. — A l'un des jours 6, 7, 8, maximum de $0^{mm},5$ à 1^{mm} au-dessus de la moyenne.
PL. — Toujours presque exactement la moyenne.
DQ. — $0^{mm},6$ à $0^{mm},8$ au-dessus de la moyenne.
Minima. — De $0^{mm},3$ à $0^{mm},6$ au-dessous les jours 3 ou 4, 8 ou 9, 16 à 18 et 27.

» *Passages aux méridiens.* — Abstraction faite des autres circonstances, l'onde atmosphérique provoquée sur la zone considérée par le mouvement diurne de la Lune, quand elle est en déclinaison boréale, doit être à peu près ainsi : la baisse commence 4 heures avant le passage au méridien ; 2 heures plus tard on est à la normale ; au passage on atteint un minimum de 5^{mm} au-dessous ; on revient à la normale 2 heures

(¹) En millimètres. Le premier chiffre est supprimé.

(²) Se rappeler que les grands effets du passage à l'équinoxe sont inverses sur les parallèles 30° et 10° et qu'ici ils sont confondus.

après le passage; 4 heures plus tard, on atteint un maximum plus ou moins considérable.

» En Lune australe, le creusement sur la zone est de 2 à 4^{mm} au passage au méridien; relèvements en avant et en arrière. A l'antipode, relèvement flanqué d'abaissements.

» *Courbes des jours de syzygie et de quadrature.* — NL. — Relèvement au méridien de la syzygie et en arrière, ainsi qu'au méridien opposé, quand la sygyzie n'est pas trop rapprochée du midi. Approfondissement aux passages de la veille, du jour et du lendemain. D'où la règle générale de la baisse du secteur 34 au 3.

» PQ. — Que le maximum arrive le sixième, le septième, ou le huitième jour, il y a : sur 6 ou 8 secteurs du côté du Soleil en quadrature, forte baisse suivie d'une hausse; de même, à un moindre degré, du côté opposé; relèvement au méridien de la Lune en quadrature et abaissement du côté opposé, à moins que la quadrature ne soit éloignée de l'heure d'observation. On retrouve les affaissements des secteurs 13-17 et 25-27 et la forte hausse dépassant 5^{mm} entre 20 et 24, 30 et 34, ce dernier effet pouvant être contrarié par l'affaissement dû à la situation du Soleil en quadrature.

» PL. — En raison de la constance presque complète de la situation des points de passage à l'heure de l'observation, on a toujours : trous ou approfondissements aux secteurs 8-9, 18-19, 27 ou 25 et 29; relèvements aux 12-17 et 20-23 ou 19-24.

» Les faits à rattacher à la position du syzygie sont : au méridien du Soleil en syzygie et sur un plus ou moins grand nombre de secteurs en avant et en arrière, abaissement de 2 à 5^{mm} du midi précédent au midi suivant. Effet contraire du côté de la Lune.

» DQ. — Aux méridiens des passages (Lune australe), aux secteurs 26 ou 28, creusement au midi précédent et retour à la normale le midi suivant. Relèvement du secteur 30 à 3, 4 ou 5; ce relèvement paraît se rattacher au passage de la Lune sur ces secteurs dans la matinée.

» Grand abaissement sur au moins 90° en arrière du Soleil en quadrature. Relèvement au méridien et à l'antipode de la Lune en quadrature; cet effet disparaît quand la déclinaison australe est faible.

» *Déplacements des affaissements de la zone.* — Il serait trop long de donner la liste des abaissements par jour de la Lune et par secteurs. Ont plus particulièrement facilité l'arrivée des troubles : sur la Méditerranée et l'Océan Indien, les jours 2, 6, 13, 20, 27; sur le Pacifique, les jours 3, 4, 8, 11, 17, 25, 27; sur l'Atlantique, les jours 1, 7, 12, 14, 21, 27, 30. La nouvelle Lune reste défavorable à l'Atlantique. Le vingt-septième jour est celui où se préparent le plus de ruptures sur toute la ceinture.

» A midi Paris, bien entendu, et une partie seulement des ouvertures (lieux de basses pressions) notées devant rester plus ou moins stables.

» Bien que les concordances dominent, ces ouvertures ne sont pas toutes les mêmes que celles signalées pour l'hiver.

» Les accidents provoqués dans la courbe barométrique annulaire, par la marche de la Lune dans sa révolution synodique, rétrogradent vers l'est, à raison d'un secteur $\frac{1}{4}$ par jour. Cependant la situation ne se retrouve pas la même au même moment de la

révolution synodique, à cause du déplacement des syzygies, des changements de déclinaison du Soleil et de la Lune, des irrégularités de marche et de distance de la Lune, des effets propres des dépressions qui restent engagées dans la ceinture des calmes, jusqu'à ce que leur trajectoire s'infléchisse vers le nord-nord-est [1].

» *Périgées et apogées.* — D'une façon très générale, il y a, aux périgées et aux apogées, sur le secteur du passage et les voisins de part et d'autre, pendant trois à sept jours, précédés et suivis d'une oscillation brusque, retour à la même cote, à l'heure des observations simultanées.

» Pour les quatre périgées considérés ici : déclinaison boréale variable ascendante; on ne discerne, dans la distribution des pressions entre les méridiens, qu'un renforcement des phénomènes qui accompagent la marche diurne de la Lune.

» Les trois apogées, faible déclinaison australe descendante, semblent amener le retour à la normale, sauf maintien ou rechargement des renflements préexistants.

» La question reste réservée. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une double ascension nocturne, exécutée le 4 septembre.* Note de MM. G. HERMITE et BESANÇON.

« Le 4 septembre, nous avons exécuté à l'usine à gaz de la Villette une double ascension nocturne qui nous semble offrir quelques particularités intéressantes.

» Le but que nous nous proposions dans cette course de nuit était de savoir si deux aérostats partant ensemble, à quelques minutes près, pourraient échanger, au cours de leur voyage, des signaux phoniques et exécuter diverses manœuvres de rapprochement et d'éloignement, en utilisant les variations de vitesse et de direction des couches de l'atmosphère.

» Sur la foi des renseignements téléphoniques de la tour Saint-Jacques, qui nous indiquait, quelques minutes avant le départ, que le vent, au voisinage du sol, nous dirigerait vers le sud-est et que, plus haut, il nous ferait dévier un peu plus à l'est, notre intention, en montant en nacelle, était d'essayer de naviguer de conserve pendant toute la durée de la nuit.

---

(1) Les dépressions, dont les embryons surgissent entre 0° et 10° de latitude et, en général, tous les filets d'air qui, incessamment et à toute hauteur, se précipitent de l'équateur vers les ouvertures, ont une tendance à se diriger vers l'est, tandis que leur extrémité nord est frappée par les alizés, ou appelée vers l'ouest par le rapide déplacement des ouvertures. Stationnement jusqu'à possibilité de passage, affirmation de la rotation dans le sens normal; le tourbillon prend sa vie propre, est entraîné d'abord vers l'ouest et ne tarde pas à s'attacher à un point de la zone, d'où, après un temps plus ou moins long, il repart vers le nord ou le nord-est.

» A $11^h 3^m$ du soir, l'aérostat *le Mage* (de 380^{mc}), monté par M. Hermite, quitte l'usine de la Villette, suivi, sept minutes après, par l'*Archimède* (700^{mc}), monté par M. et Mme Besançon.

» Le *Mage* se dirige d'abord, en effet, dans le sud-sud-est et plane sur la Seine, entre la Bastille et la gare d'Orléans, à $11^h 20^m$ du soir, par 350^m d'altitude. A ce moment, il rencontre une zone de calme absolu pendant un quart d'heure, ce qui lui permet d'attendre l'*Archimède,* dont les signaux sonores, dominant l'immense rumeur de Paris, parviennent jusqu'au *Mage*.

» Bientôt, les deux aérostats se sont rejoints sur la même verticale en dessus du fleuve, l'*Archimède* planant à 100^m de hauteur seulement. A ce moment, le *Mage*, jetant un peu de lest, s'élève à 400^m et là trouve un courant rétrograde qui le pousse dans le nord-nord-est.

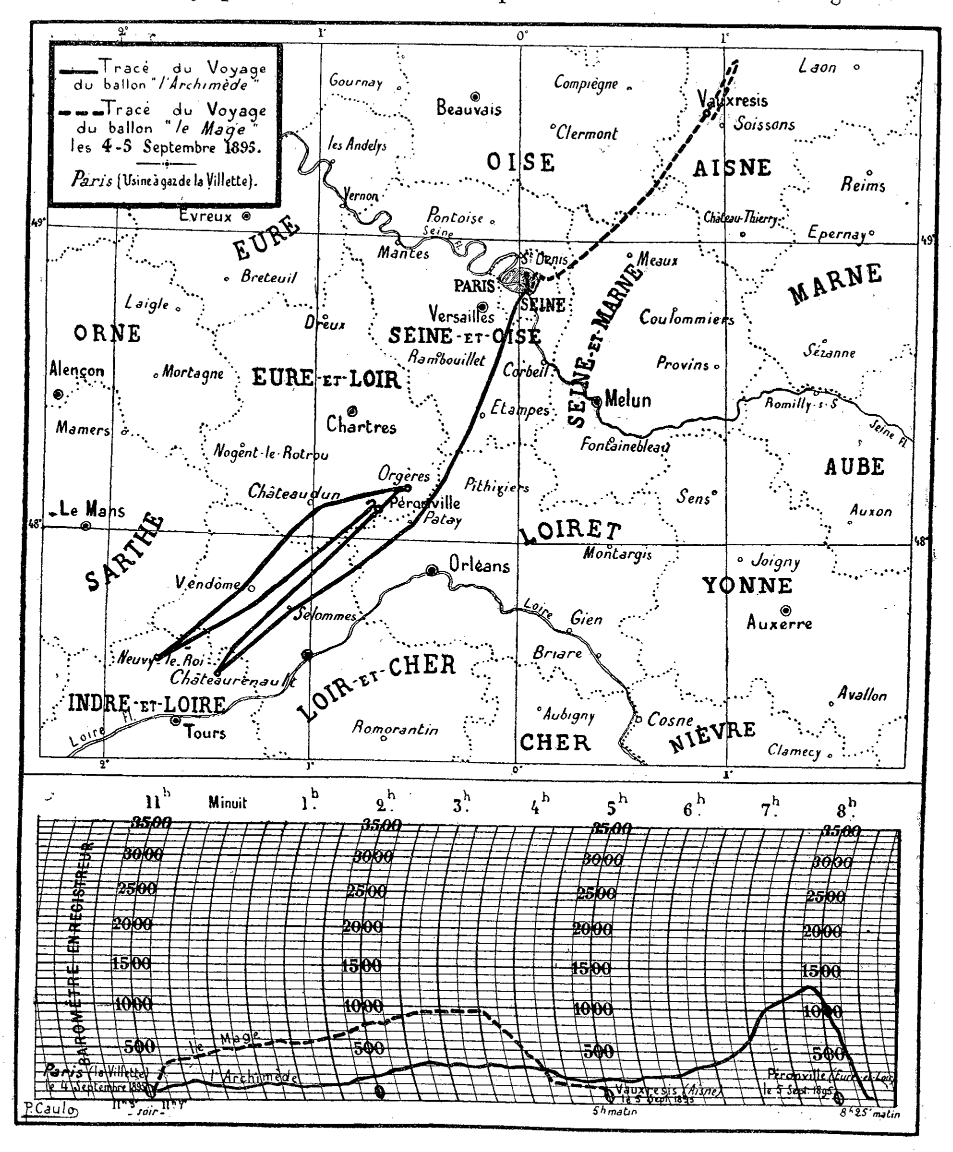
» En présence de ce courant que nous ignorions avant le départ, nous échangeons nos signaux phoniques et nous modifions en l'air notre programme primitif, qui était de voyager de conserve : le *Mage* explorera ce courant supérieur, en tâchant de s'éloigner le plus possible de l'*Archimède* qui se tiendra très bas, ne dépassant pas l'altitude de 300^m. Ainsi fut fait.

» A minuit, le *Mage*, après être passé sur le Père-Lachaise, quitte les fortifications et reconnaît le cimetière de Pantin, par 430^m d'altitude, tandis que l'*Archimède*, continuant son voyage dans le sud-sud-est, passe le cimetière d'Ivry à 100^m de hauteur. Les communications phoniques sont alors rompues, à cause de l'éloignement.

» Poursuivant sa route dans le nord-est, le *Mage* assiste à la formation de brouillards, qui envahissent à partir de 2^h du matin les vallées et les cours d'eau et forment vers $3^h 30^m$ une mer ininterrompue de nuages, au-dessus de laquelle la lune, dans son plein, brille d'un grand éclat. A cette heure, l'aérostat a atteint progressivement l'altitude de 950^m et commence à descendre. A $4^h 15^m$ le ballon se met à *guide-roper* au milieu du brouillard. *Il se dirige alors dans le sud-ouest*, à 100^m en dessus de la terre. A $4^h 45^m$ le vent a complètement cessé et l'aérostat reste pendant un quart d'heure captif à 100^m de hauteur sur l'extrémité de son guide-rope, permettant d'admirer à l'aise un curieux effet d'optique, dû sans doute à la lumière de la Lune se combinant à celle de l'aube. Le brouillard intense dans lequel l'aérostat est immergé est coloré en vert et comme phosphorescent. A 5^h du matin, ayant hélé un paysan qui a tiré le guide-rope, l'atterrissage a lieu à Vauxresis (Aisne) près de Soissons.

» Quant à l'*Archimède,* il a, suivant son programme, voyagé une grande partie de la nuit entre 60^m et 300^m d'altitude, en *guide-ropant* la plupart du temps. A 1^h du matin, il atteignait Patay et reconnaissait à l'horizon les lueurs de la ville d'Orléans; puis, tournant plus à l'ouest, passait sur Selommes (Loir-et-Cher), et planait à $2^h 30^m$ du matin au-dessus de Chateaurenault (Indre-et-Loire). A cet endroit, l'*Archimède*, ayant dépassé l'altitude de 300^m, revient sur ses pas sur un parcours de 85^{km}, atteignant Orgères (Eure-et-Loir) à $4^h 15^m$ du matin. Puis, s'étant rapproché de terre à nouveau, il reprend la direction du sud-ouest, passe en vue de Châteaudun et, retraversant tout le département du Loir-et-Cher, en passant près de Vendôme, entre dans le département d'Indre-et-Loire jusqu'à Neuvy-le-Roi. Il est alors $6^h 30^m$ du matin; le soleil commence à dilater le gaz de l'aérostat et à évaporer l'humidité qui s'était accumulée sur son enveloppe pendant la nuit; le ballon remonte lentement jusqu'à

l'altitude de 1300^{m} et, retraversant encore une fois le département de Loir-et-Cher, finit par atterrir à $8^{h}25$ du matin à Peronville (Eure-et-Loir), localité sur laquelle l'aérostat était déjà passé à 4^{h} du matin lorsque le ballon revenait sur Orgères.



» Les habitants de ce pays, qui avaient observé le passage de l'aérostat à cette heure matinale, avaient cru avoir affaire à un ballon dirigeable, et il fallut insister beaucoup pour les faire revenir de leur erreur.

» Le parcours total du voyage de l'*Archimède* a été de 467^{km}, effectués en neuf heures quinze minutes.

» L'absence absolue de brouillards dans les régions visitées par l'*Archimède*, et la proximité à laquelle il voyageait du sol, lui ont permis de reconnaître exactement sa route, grâce aux indications des paysans que l'on interrogeait au cours du voyage.

» Cette double ascension nous a semblé offrir quelque intérêt par les manœuvres qui ont pu être exécutées grâce à l'existence de ces deux courants aériens superposés et de sens inverse, qui ont permis aux aérostats de marcher volontairement dans des directions opposées.

» L'*Archimède* notamment, en s'immergeant tour à tour dans l'un ou l'autre courant, a traversé quatre fois le même département et aurait pu, s'il l'avait voulu, après avoir plané sur la Touraine, retourner à Paris, son point de départ. »

M. S. **Jourdain** adresse quelques réflexions à propos du Discours de Lord Salisbury sur « les limites actuelles de notre Science ».

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 septembre 1895.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale. Troisième série. Tome IX. Première livraison. 1895. Saint-Étienne; 1 vol. in-8° avec atlas in-f°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 17 septembre 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure. Volume VI de la 7e série. 1895. Premier semestre. Nantes, L. Mellinet et Cie; 1 vol. in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique. Troisième fascicule. Bruxelles, F. Hayez, 1895; 1 vol. in-8°.

Archives italiennes de Biologie. Tome XXIV. Fasc. I. Turin, Hermann Loescher, 1895; 1 vol. in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. N° 9. 15 septembre 1895. Genève, 1895; 1 vol. in-8°.

Revision of the Aphelininæ of North America, a subfamily of Hymenopterous parasites of the family Chalcididæ, by L.-O. HOWARD. Washington, 1895; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 30 SEPTEMBRE 1895.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut et de la Société nationale d'Agriculture, etc. N° 9. 25 septembre 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Revue maritime et coloniale, couronnée par l'Académie des Sciences. Octobre 1895. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Annuaire de la Société météorologique de France. Janvier 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. gr. in-8°.

Étude sur la Théorie mécanique de la chaleur, par M. CH. BRUN. Paris, L. Baudoin, 1895; 1 br. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. 12 et 25 septembre 1895; 2 fasc. in-4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 24 septembre 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. 3e livraison. Harlem, 1895; 1 fasc. in-8°.

Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales. Sydney and London; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Tome CXX, séance du 24 juin 1895.)

Note de M. *A. Poincaré*, Des effets des révolutions synodique et anomalistique de la Lune sur la distribution des pressions dans la saison d'hiver :

Page 1441, ligne 16, dans les minima et maxima de la courbe du deuxième mois, *au lieu de* midi 20^m et 1^h, *lisez* $1^h 40^m$ et $2^h 20^m$.

(Séance du 19 août 1895.)

Note de M. *Paul Lemoult*, Recherches thermiques sur l'acide cyanurique :

Page 354, ligne 16, *au lieu de* $397^{Cal},1$ *lisez* $3.97^{Cal},1 = 291^{Cal},3$.
» ligne 19, *au lieu de* $(318,3 - 271,3)\,27^{Cal}$, *lisez* $(318,3 - 291,3) = 27^{Cal}$.

(Séance du 26 août 1895.)

Note de M. *Paul Lemoult*, Chaleur de dissolution et de formation des cyanurates de sodium et de potassium :

Page 376, ligne 32, *au lieu de* $C^3Az^3O^3HNa^2$ diss., *lisez* $C^3Az^3O^3HNa^2$ sol.
Page 378, ligne 7, *au lieu de* car, si, *lisez* comme si.

(Séance du 2 septembre 1895.)

Note de M. *Paul Lemoult*, Action de l'acide carbonique, etc. :

Page 406, ligne 1, *au lieu de* soude $= 9^{lit}$, *lisez* soude $= 2^{lit}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 OCTOBRE 1895,

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une ascension au sommet du mont Blanc et les travaux exécutés pendant l'été de* 1895 *dans le massif de cette montagne.* Note de M. J. Janssen.

« Dans ma Lettre à l'Académie, du 2 septembre dernier, je lui annonçais que M. Bigourdan avait réussi à prendre une mesure de l'intensité de la pesanteur à la station dite des *Grands-Mulets,* à 3050^m d'altitude, et à Chamonix (1050^m), et que M. le Dr de Thierry avait fait, au sommet, des observations sur l'ozone atmosphérique et la microbiologie.

» Dans cette Lettre, j'informais également l'Académie que toutes les pièces de la lunette parallactique de $0^m,33$ d'ouverture (12^P) qui est destinée à l'observatoire y avaient été heureusement transportées, malgré les difficultés amenées par l'état du glacier, le poids et le volume des pièces de cette grande lunette.

» Je considérais comme très important de m'assurer moi-même que

toutes les parties de l'instrument étaient parvenues au sommet et placées de manière à pouvoir y passer l'hiver sans dommage. D'un autre côté, j'avais été prévenu que le météorographe qui avait été assemblé et mis en marche par les soins de M. Libeert, mécanicien de M. Jules Richard, s'était arrêté. Dans ces conditions, je jugeai une ascension indispensable.

» Je résolus d'en profiter pour commencer une étude dont je parlerai tout à l'heure; aussi, pris-je avec moi le spectroscope Dubosq qui m'accompagne toujours dans ces ascensions.

» Le temps était fort beau depuis la seconde quinzaine d'août, mais aussi, en raison de la continuité du rayonnement solaire sur le glacier, les neiges de celui-ci étaient presque partout converties en glace et en verglas. Partis de Chamonix le jeudi 26 septembre à 7^h du matin, nous arrivions à l'observatoire du Club alpin, aux Grands-Mulets, vers 5^h du soir. Pour ce trajet, nous employâmes la chaise-échelle que j'ai décrite dans ma relation de l'ascension aux Grands-Mulets en 1888 (*Comptes rendus*, séance du 29 octobre).

» La traversée de la jonction des glaciers des Bossons et de Tacconaz fut laborieuse. Les pentes glacées qui viennent ensuite étaient bien difficilement praticables; mais la vigueur et la sûreté de pas de mes guides en triomphèrent. Du reste, pour l'exécution des dispositions arrêtées entre nous, je me confiai à eux d'une manière absolue.

» Aux Grands-Mulets, nous réparâmes la chaise-échelle qui avait souffert des efforts pendant le voyage. Je fis là quelques observations météorologiques, et le lendemain, à 6^h du matin, nous repartions avec le traîneau pour le sommet.

» Le bon fonctionnement du traîneau exige une certaine épaisseur de neige; or, comme je viens de le dire, le glacier en était presque dépouillé. Il en résultait, pour la marche, des secousses et des cahots inévitables. Aux pentes rapides du coin du Dôme, du petit plateau, du grand plateau, du corridor, du mur de la côte, nous employâmes les treuils, ce qui soulagea beaucoup les guides (1).

» Enfin, vers 5^h du soir, nous arrivions à la cabane construite par notre Société au Rocher-Rouge (4500^m) et nous y passions la nuit.

» Cette journée du vendredi 27 avait été splendide.

» Placé dans mon traîneau, laissant entièrement à mes guides le soin de

(1) La manœuvre de ces treuils a été décrite dans la Notice du *Bureau des Longitudes*, année 1894.

l'ascension, je me livrais sans réserve à la contemplation des scènes qui se déroulaient successivement sous mes yeux à mesure que je m'élevais dans ces solitudes glacées. Je notais les phénomènes et les impressions. Cette fois-ci, j'ai particulièrement suivi le cycle des transformations que les vapeurs et les nuages ont subies sous l'action solaire pendant cette radieuse journée, dans cette couche atmosphérique de 4^{km} d'épaisseur, depuis le lever jusqu'au coucher de l'astre. Au moment où nous quittions les Grands-Mulets, le Soleil était encore derrière le grand mur de rochers formé par les Aiguilles de Charmoz, de Blaitière, du Plan, du Midi, des Monts-Maudits, etc. La vallée de Chamonix était encore plongée dans les ombres du matin, elle était couverte de vapeurs qui formaient comme un lac bleuâtre aux eaux dormantes. Du côté de l'est, les têtes déchirées du grand mur de rochers qui domine la vallée resplendissaient de lumière et se frangeaient d'une auréole de rayons. Au loin, c'était comme une mer immense de vapeurs stratifiées baignant les contreforts du Jura et s'étendant jusqu'aux Vosges, dont les lignes bleuâtres se dessinaient à l'horizon.

» Mais bientôt l'astre s'élevant, ses rayons commencèrent à pénétrer dans la vallée et à y produire des mouvements singuliers dans les vapeurs dormantes de la nuit. Il commença à s'élever de légers flocons semblables à ceux que le vent emporte au moment de la maturité du coton dans les plaines de la Louisiane.

» Ces flocons se réunirent bientôt et formèrent de petits nuages qui s'élevèrent lentement, longeant les massifs rocheux qui semblaient les attirer. Ils finirent par s'en détacher pour s'élever au-dessus d'eux et flotter dans les couches libres de la haute atmosphère.

» C'est alors que des assises formées par ces nuages commencèrent à monter des colonnes aux formes bizarres figurant les végétations qui s'élèvent du fond des bassins des attoles dans les mers corallifères du grand Pacifique.

» Il était alors 10^{h} et ce singulier phénomène des colonnes nuageuses ascendantes était dans tout son développement. L'ardeur du Soleil était extrême. Aussi tout ce monde de nuages et de vapeurs ne put-il résister plus longtemps à la puissance de ses rayons. Ces édifices aériens se disloquèrent. La plus grande partie monta dans les hautes régions de l'atmosphère, fort au-dessus de la tête du mont Blanc, sans doute à plus de 6000^{m} d'altitude, et s'y dissipèrent.

» Alors l'atmosphère prit une teinte bleue plus intense et la vue s'éten-

dait sans limites et fouillait les profondeurs de l'océan aérien qu'on domine de ces hauteurs et dont l'immensité produit toujours une impression extraordinaire.

» Comme je viens de le dire, vers 5^h nous arrivions à la cabane du Rocher-Rouge après une ascension longue et pénible à travers le corridor et le mur de la côte. Alors le Soleil était très abaissé sur l'horizon; l'atmosphère se refroidissait rapidement. Les vapeurs dissoutes commençaient à se condenser et à descendre vers les vallées où elles tombèrent en rosée avant la nuit, qui fut resplendissante mais glaciale ([1]).

» Ainsi, sous l'action solaire, l'eau et les vapeurs des vallées s'étaient élevées sous forme de nuages, avaient gagné les hautes parties de l'atmosphère, s'y étaient dissoutes, avaient communiqué à cette atmosphère les propriétés si importantes que celle-ci emprunte à la vapeur d'eau, élément capital de sa constitution, et ensuite, avec l'affaiblissement de cette action solaire, elles s'étaient séparées et avaient regagné le fond des vallées où leur rôle tout différent n'est pas moins important, fermant ainsi un cycle de transformations dont le Soleil est l'origine et le régulateur.

» Ces phénomènes sont bien connus dans leur cause et leurs manifestations, mais il est d'un haut intérêt de pouvoir les observer, non plus de la plaine, mais de stations élevées où on les domine et où l'on peut suivre leurs transformations dans toute l'épaisseur de la couche atmosphérique qui en est le théâtre.

» Cette belle journée m'a rappelé plusieurs de celles que j'ai passées à Simla, dans l'Himalaya, pendant l'hiver de 1868-1869, où mon petit observatoire dominait aussi un grand horizon de montagnes et de vallées.

» Le lendemain matin samedi, nous partions de la cabane des Rochers-Rouges à 6^h du matin et, à 8^h et demie, nous étions au sommet.

» Je visitai immédiatement les pièces de la lunette de 12 pouces et l'emplacement qui lui était réservé et je m'assurai que toutes les pièces de cet instrument pourraient sans danger passer l'hiver à l'observatoire.

» Cette lunette sera montée en sidérostat polaire. Un miroir de $0^m,60$ de diamètre, offert à la Société par MM. Henry frères, ainsi que l'objectif de cette lunette, sera placé de manière à renvoyer dans l'instrument, dont l'axe coïncide avec l'axe du monde, les images célestes. Ce miroir fait corps avec la lunette et est entraîné avec elle, en sorte que les positions relatives des astres ne changent pas pendant le mouvement diurne.

([1]) A $6^h 30^m$ du soir le thermomètre était à — 11°.

» Tous les mouvements sont commandés du poste où se tient l'observateur, en sorte que celui-ci n'a pas besoin de se déplacer et qu'il peut se tenir dans un cabinet, chauffé au besoin, circonstance capitale quand il s'agit d'observations à faire la nuit au sommet du mont Blanc. Le mécanisme de ce bel instrument est dû à M. Gautier, notre habile constructeur.

» J'étais impatient de voir le météorographe, lequel, ainsi que je l'ai dit, s'était arrêté. L'examen de son installation m'a montré qu'il manquait de stabilité. Bien qu'il ne fût pas possible de le démonter pour changer cette installation, je m'entendis avec M. Bossonney, notre entrepreneur, pour faire une modification qui n'entraînait pas le démontage. On plaça sur la glace de fortes planches, qu'on souda à cette glace au moyen d'eau liquide et, au moyen de nos vérins, on fit porter l'instrument sur cette base solide, et qui se trouve indépendante du plancher sur lequel l'instrument portait auparavant. M. Libert, que j'avais fait monter avec nous, constata que les battements de la pendule étaient aussi réguliers qu'à Paris.

» Néanmoins, je ne me dissimule pas la possibilité de nouveaux arrêts, causés cette fois par le froid. Il est nécessaire que les constructeurs de ces appareils combinent tous les organes en vue des conditions de marche si différentes dans ces hautes stations, et où le froid, les vents violents, etc. créent des difficultés considérables et toutes nouvelles.

» Mais l'intérêt de cette question des instruments à longue marche, qui nous procureront des données sur des stations importantes pour lesquelles nous ne possédons rien, est si grand et la question si pleine d'avenir qu'on peut se résigner à en acheter la solution par de sérieuses études.

» J'aborde maintenant l'étude à laquelle je faisais allusion tout à l'heure.

» Bien que la lunette de 12 pouces, qui eût parfaitement convenu pour cette étude, ne fût pas montée, j'ai voulu cependant aborder la question.

» Le samedi, vers midi, la température était aux environs de zéro, mais le point de rosée s'abaissait jusqu'à $-18°$. L'atmosphère que j'avais au-dessus de moi était donc non seulement très rare, mais encore d'une sécheresse extrême. C'étaient là des conditions extrêmement favorables pour élucider un point de Physique céleste qui se relie à la question de l'oxygène solaire : je veux parler de la présence de la vapeur d'eau dans les atmosphères de cet astre.

» Je fis cette observation avec le spectroscope Duboscq, à deux prismes, qui me sert ordinairement dans ces études, et, comme il ne s'agissait pas d'analyser les différentes parties du disque solaire, mais seulement, dans

une première étude, la lumière d'ensemble, je me contentai d'un miroir ordinaire qui se trouvait dans l'observatoire. Le spectre était absolument dépouillé de ses raies d'origine aqueuse, tout le groupe de D était absent, ainsi que celui de C; *a* était si pâle qu'on avait peine à décider s'il était à sa place. Il était évident qu'encore un pas de plus et toute manifestation spectrale aqueuse aurait disparu.

» Pour aller plus loin, il faudra, dans des conditions atmosphériques analogues, comparer très soigneusement le centre du disque avec ses bords, et voir s'il y a la plus légère augmentation pour les groupes comme *a*, qui demandent une très petite quantité de vapeur pour se manifester.

» Pour moi, la question est déjà résolue, mais ces questions de la présence de l'oxygène et de l'eau dans les enveloppes gazeuses solaires, et de l'état physique dans lequel ils peuvent s'y trouver, est si importante, que l'on ne saurait accumuler trop d'observations à cet égard.

» Nous avons quitté l'observatoire le lundi à 11^h du matin et à 9^h du soir nous étions à Chamonix. J'avais obtenu de mes guides de descendre en une journée. Avant de partir, j'ai encore porté mon attention sur les mouvements que l'observatoire avait pu éprouver depuis son établissement. J'ai constaté qu'il y avait eu un léger mouvement d'abaissement vers Chamonix, mais ce mouvement, d'après M. Bossoney, l'un des deux entrepreneurs qui ont édifié l'observatoire, aurait eu lieu de 1893 à 1894, et se serait à peu près arrêté depuis l'année dernière.

» Il est évident qu'il était fort difficile d'asseoir l'édifice dans des conditions où la neige offrît partout la même résistance; il n'est donc pas étonnant qu'il se soit produit un certain tassement. Il y a lieu d'espérer que les mouvements seront maintenant insignifiants. Du reste, comme je l'ai dit, nous avons des moyens de remettre l'observatoire dans sa position normale, quand cela sera reconnu nécessaire.

» Je crois donc que cette question des constructions sur les cimes neigeuses des hautes montagnes peut être considérée comme en bonne voie de solution. On nous accordera au moins que, dans cette direction si nouvelle, nous avons pris une initiative pour laquelle nous n'étions guère encouragés, et qui inspirait à tous les alpinistes (1) les craintes les plus naturelles et les doutes les plus persistants.

---

(1) Dans un article publié dans la *Revue scientifique* du 21 mars 1891, M. Vallot, l'éminent alpiniste auquel on doit le premier observatoire construit près du sommet, au rocher des Bosses, en examinant et discutant les différents emplacements qui au-

» Je crois que cette initiative ne sera pas sans fruits. Les hauts sommets dans les Andes, l'Himalaya, en Europe même, sont couverts de neiges éternelles. Ces hautes stations, actuellement si importantes pour les progrès de la Météorologie et de l'Astronomie, nous seront ouvertes si nous savons y placer des constructions et des instruments bien appropriés aux conditions dans lesquelles ils devront durer et fonctionner. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude de quelques météorites.* Note de M. **Henri Moissan.**

« La découverte du diamant transparent dans la météorite de Cañon-Diablo m'a conduit à reprendre l'étude de quelques météorites métalliques ou holosidères (Daubrée), pour rechercher si toutes contenaient du carbone et sous quelle forme elles renfermaient ce métalloïde.

» On sait que, parmi les météorites recueillies à la surface de la Terre, celles qui sont entièrement formées d'alliage ferrugineux sont de beaucoup les moins nombreuses. Cependant leur nombre est assez élevé pour qu'une étude méthodique de ces météorites holosidères fournissent de curieux résultats au point de vue du carbone qu'elles peuvent renfermer [1].

» Comme il nous est impossible d'aller chercher, dans les couches profondes de notre globe, les métaux qui s'y trouvent et qui vraisemblablement sont la cause de la densité élevée de la Terre par rapport aux roches de sa surface, nous devons nous contenter des fragments qui proviennent de la dislocation d'autres planètes.

» Le nombre des échantillons que nous avons pu étudier est malheureusement assez restreint. Nous les devons presque tous à l'obligeance de M. Stanislas Meunier, qui poursuit toujours, avec la plus grande ardeur, ses importantes recherches sur ces belles questions.

---

raient pu convenir à l'établissement de son observatoire, s'exprime ainsi à l'égard du sommet : « Il est donc infiniment probable que la calotte du mont Blanc ne se trouve pas sur une pointe rocheuse cachée, et que l'épaisseur de la glace peut atteindre une cinquantaine de mètres. C'est donc un vrai glacier, et cet emplacement instable *devait être rejeté.* »

(1) D'après M. Stanislas Meunier, le nombre de fers météoriques connus était, en 1880, d'environ 110 et plus de la moitié des échantillons avaient été recueillis aux États-Unis (*Météorites, Encyclopédie chimique,* p. 439).

» N° 1. *Fer de Kendall County du Texas.* — Petit fragment scié pesant 59gr,950, à surface lisse présentant des figures à contours rectilignes. Il renferme quelques géodes qui, examinées à la loupe, paraissent tapissées d'une substance noire. L'attaque a été faite par l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau. La matière se désagrège rapidement et il reste une poudre métallique cristalline qui disparaît en peu d'instants dans l'eau régale.

» Après cette attaque par l'eau régale, le résidu est formé d'une matière noire amorphe et de petits grains transparents irréguliers très abondants. Des traitements successifs et répétés par l'acide sulfurique et l'acide fluorhydrique font disparaître toute la partie transparente. Le résidu noir brûle dans l'oxygène en donnant de l'acide carbonique. C'est un carbone amorphe, assez difficilement attaquable par le mélange ordinaire d'acide nitrique et de chlorate de potassium. Dans cette oxydation, il ne se fait pas trace d'oxyde graphitique.

» La partie transparente est formée de saphirs et de petits grains, de couleur vert bouteille, rongés sur les bords par les acides et non déterminés. Leur destruction est complète lorsque l'on traite le résidu par des attaques successives au fluorhydrate de fluorure de potassium en fusion et à l'acide sulfurique bouillant.

» En résumé, la masse de fer de Kendall County renferme du carbone amorphe et ne contient ni graphite, ni diamant.

» N° 2. *Fer de Newstead de Roxbergshire, trouvé en* 1827 *en Écosse* (échantillon du *British Museum*). — Échantillon du poids de 8gr,10, à surface polie, présentant des parties de couleur noire.

» Après attaque par l'acide chlorhydrique étendu, il reste un résidu noir abondant, très riche en carbone. Au microscope, on n'y reconnaît pas de carbone filamenteux marron, mais on y distingue nettement la présence du graphite.

» Trois attaques par le mélange oxydant fournissent un oxyde graphitique jaune, de forme un peu contournée, sans aspect cristallin bien net. Après destruction de cet oxyde graphitique par l'acide sulfurique bouillant, traitement par le fluorhydrate de fluorure en fusion, puis à nouveau par l'acide sulfurique, il ne reste qu'un résidu très faible formé de quelques grains transparents à surface attaquée. Après un nouveau traitement au fluorhydrate, puis à l'acide sulfurique bouillant, on ne trouve plus rien sous le champ du microscope. Le fer de Newstead de Roxbergshire renferme du carbone amorphe, du graphite, mais pas de diamant.

» N° 3. *Déesite découverte en* 1866 *dans la Sierra de Déesa au Chili.* — Cette météorite non homogène nous a donné, après attaque par l'acide fluorhydrique, un résidu abondant composé : 1° de grains transparents irréguliers; 2° des masses irrégulières riches en silice; 3° d'une substance noire peu dense renfermant des fragments irréguliers ayant l'éclat du graphite. Nous n'y avons pas rencontré de carbone noir filamenteux.

» La matière noire est entièrement formée par du carbone graphitique. Dès la première attaque par le mélange oxydant, on obtient un oxyde graphitique vert et, à la troisième attaque, il reste des fragments transparents, de forme allongée ou contournée, qui, chauffés, déflagrent en se transformant en oxyde pyrographitique.

» En faisant subir au résidu des traitements habituels à l'acide sulfurique, au fluorhydrate de fluorure de potassium et enfin à l'acide sulfurique bouillant, il ne nous est

resté que trois petits fragments dont deux sont à surface nettement attaquée et dont le troisième possède une belle limpidité. Ce dernier a été placé sur une petite nacelle de platine dans un courant d'oxygène à 1000°. La petite cupule qui supportait cette nacelle, examinée ensuite au microscope avec un faible grossissement, nous a montré que cette parcelle s'était dépolie mais n'avait pas brûlé dans l'oxygène. Cette météorite de Déesa ne renferme pas de diamant, mais contient une très petite quantité de graphite et la forme de l'oxyde graphitique obtenu indique que cette matière a dû être soumise à une certaine pression qui cependant n'était pas très élevée.

» N° 4. *Caillite, fer de Toluca-Xiquipilso, Mexique* (chute de 1784). — Le fragment mis en attaque présentait une belle surface polie et pesait $69^{gr},050$. Le résidu obtenu était très faible, et examiné au microscope nous y avons rencontré quelques grains transparents, quelques fragments verdâtres, de petits grains noirs, pas de charbon amorphe, pas de graphite apparent.

» Après des traitements aux acides, tous les petits fragments transparents ont disparu et, après attaque par le fluorhydrate de fluorure de potassium en fusion, il n'est rien resté.

» Le fer de Toluca ne renferme aucune variété de carbone.

» N° 5. *Fer de Novy-Urej, Krasnoslobodsk, gouvernement de Penza, Russie* (tombé le 23 août 1886). — Petit fragment de couleur foncée présentant au microscope quelques pointements de couleur bronze, son poids était de $0^{gr},410$.

» Cette météorite est charbonneuse et non pas holosidère. On sait que c'est la première météorite dans laquelle MM. Jerofeïeff et Latchinof ont découvert l'existence du diamant noir.

» L'attaque par l'acide chlorhydrique étendu est assez lente et l'on reconnaît de suite, en examinant le dépôt au microscope, qu'on est en présence d'une météorite riche en matière siliceuse.

» Au premier traitement par l'acide sulfurique bouillant, la matière se désagrège et finalement, dans le fluorhydrate de fluorure en fusion, toute la matière siliceuse disparaît. On reconnaît au microscope l'existence de petites masses irrégulières de couleur foncée.

» Après le traitement au chlorate de potassium et à l'acide azotique, nous n'avons pas, au microscope et à la déflagration, trouvé trace d'oxyde graphitique. Il ne faut pas oublier cependant que l'échantillon que nous avons étudié ne pesait pas même un demi-gramme.

» Après une nouvelle attaque au fluorhydrate de fluorure, puis à l'acide sulfurique bouillant, nous avons reconnu, au microscope, un résidu de couleur foncée ayant l'aspect du diamant noir et constitué par des agglomérations de petites masses granulées. Tous ces grains noirs brûlent dans l'oxygène à 1000° et un petit grain transparent, qui avait résisté à toutes ces attaques, a été retrouvé intact après la combustion.

» Nous ajouterons que ces petites parcelles de diamant noir tombent au fond de l'iodure de méthylène.

» Ces expériences ne font que confirmer celles de MM. Jerofeïeff et Latchinof. Le fer de Novy-Urej renferme du diamant noir.

» N° 6. *Fer de Cañon-Diablo*. — Comme il nous restait un fragment de cette

météorite du poids de $20^{gr},200$, nous l'avons dissous dans l'acide chlorhydrique étendu pour vérifier nos premiers résultats. Ce fragment ne présentait sur la partie extérieure ni veine noire, ni cavité présentant du diamant transparent. Après des traitements identiques à ceux dont nous avons parlé précédemment, nous avons isolé trois petits grains qui avaient toutes les propriétés du diamant noir, mais le fragment de météorite étudié ne renfermait pas de diamant transparent. C'est donc la répétition de l'expérience connue de M. Friedel (1).

» Nous pouvons déduire de ces recherches les conclusions suivantes : dans quelques météorites holosidères, il n'y a pas de carbone; dans d'autres on rencontre soit du carbone amorphe, soit un mélange de cette variété et de graphite. Enfin dans une seule météorite jusqu'ici, celle de Cañon-Diablo, j'ai trouvé réunies les trois variétés de carbone : diamant noir et transparent, graphite et carbone amorphe. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'hyperglycémie et la glycosurie comparées, consécutives à l'ablation du pancréas.* Note de M. **R. Lépine.**

« Dans ma précédente Note (*C. R.*, p. 457) j'ai fait connaître comment se comporte la glycosurie chez le chien à l'inanition absolue, pendant les trente heures consécutives à l'ablation du pancréas. Je vais aujourd'hui étudier l'hyperglycémie qui se produit dans les mêmes conditions, et dans le même temps, en me basant sur plus de cent dosages du sucre du sang.

» Ces dosages ont été faits chez la moitié environ des 84 chiens qui m'ont servi à étudier la glycosurie. Chez 28 de ces animaux il y a eu deux, trois, et parfois même quatre petites saignées, à intervalles de cinq ou six heures. Le sucre a été dosé avec le plus grand soin par des chimistes très habiles, MM. Barral, Métroz et Martz.

» *Début et progrès de l'hyperglycémie.* — Très peu de temps après l'ablation du pancréas l'augmentation du sucre dans le sang est déjà sensible.

» Dans le plus grand nombre des cas, vers la cinquième heure, il y a environ 2^{gr} pour 100, parfois même un peu plus; puis l'hyperglycémie progresse; et, vers la quinzième heure, il y a généralement de $2^{gr},40$ à

---

(1) Friedel, *Sur l'existence du diamant noir dans le fer météorique de Cañon-Diablo* (*Comptes rendus,* t. CXV, p. 1037).

$3^{gr},20$, rarement davantage. A la vingt-cinquième heure, voici ce que j'ai observé, chez 22 chiens :

Nombre de chiens.	Quantité de sucre pour mille.
Chez 6	Entre 5^{gr} et 4^{gr}
» 11	» 3,90 » 3
» 5	» 2,90 » 2,60

» Exceptionnellement à ce moment, on peut trouver moins de $2^{gr},60$.

» Chez 9 des 16 chiens précédents ayant eu à la vingt-cinquième heure moins de 4^{gr} de sucre, on a fait une nouvelle saignée à la trentième heure. Chez tous, sauf un, il y avait une augmentation plus ou moins notable de l'hyperglycémie. Ainsi, sauf exception (¹), son maximum n'est pas atteint à la vingt-cinquième heure. Je puis même ajouter que, dans un certain nombre de cas, son accroissement est *plus grand* de la vingt-cinquième à la trentième heure que de la vingtième à la vingt-cinquième.

» J'en conclus, ainsi que des quelques dosages faits après la trentième heure, et dont je ne parle ici qu'incidemment, que l'hyperglycémie n'atteint souvent son maximum que bien après la trentième heure.

» *Rapport de l'hyperglycémie et de la glycosurie.* — J'ai dit plus haut qu'il y a, en général, 2^{gr} de sucre à la cinquième heure et l'on a vu dans ma dernière Note qu'à ce moment la glycosurie s'est déjà montrée chez la moitié des chiens. Ce n'est pas *nécessairement* chez ces derniers que l'hyperglycémie est le plus prononcée : il n'y a pas corrélation absolue entre l'apparition de la glycosurie et un certain chiffre du sucre dans le sang.

» C'est ce que prouve le Tableau suivant comprenant 11 chiens chez lesquels j'ai pu faire une saignée moins d'une demi-heure après l'apparition de la glycosurie. J'indique, de plus, au bout de combien d'heures celle-ci s'est produite, après l'ablation du pancréas.

(¹) Voici une de ces exceptions, d'ailleurs rares :

Chien ayant très mal mangé pendant les jours qui ont précédé l'ablation du pancréas :

	Sucre pour 1000.
A la 5ᵉ heure	1,9
A la 10ᵉ heure	2,1
A la 24ᵉ heure	1,5

	Sucre du sang pour 1000 au moment du début de la glycosurie.	Nombre de chiens.	Heure du début de la glycosurie.
Moins de..........	2,40	Chez 4	17ᵉ, 7ᵉ, 6ᵉ, 5ᵉ
»	2,30	« 1	7ᵉ
»	2,10	« 3	5ᵉ, 5ᵉ, 5ᵉ
»	2	« 3	7ᵉ, 5ᵉ, 5ᵉ

» Les chiffres exacts pour les trois derniers chiens sont : 1,9, 1,8, 1,7.

» On voit que la glycosurie peut débuter avec une hyperglycémie *très faible,* beaucoup plus faible que ne l'admettait Claude Bernard.

» Vers la quinzième heure, ainsi que je l'ai dit plus haut, il y a dans le sang $2^{gr},40$ à $3^{gr},20$ de sucre pour 1000. A ce moment, la proportion de sucre dans l'urine est, généralement, *au moins* vingt fois supérieure; mais il y a des exceptions. Plus tard, vers la vingt-cinquième heure, le *rapport* est encore beaucoup plus variable. Cela tient à ce que, parfois, le sucre de l'urine n'a pas encore notablement baissé, tandis que, dans d'autres cas, il est déjà tombé à un chiffre très faible. Il est à noter que ces cas se rencontrent surtout chez les chiens ayant à ce moment une hyperglycémie assez *forte.*

» C'est ce que montre le Tableau suivant, dressé avec les vingt-deux chiens du premier Tableau :

	Sucre du sang pour 1000.			Rapport du sucre de l'urine au sucre du sang considéré comme égal à 1.
Chez les chiens ayant de	5^{gr}	à	4^{gr}	10
» »	3,90		3	14
» »	2,90		2,60.........	28

» A la trentième heure, alors que le *rapport* est plus bas, par suite de l'augmentation de l'hyperglycémie et de la décroissance de la glycosurie, il y a également une différence bien sensible entre les chiens à hyperglycémie *forte* et ceux à hyperglycémie *faible :* pour les premiers, le rapport est 9; il est 20 pour les seconds. Loin qu'il y ait toujours corrélation, il peut donc se produire un balancement remarquable entre le sucre du sang et celui de l'urine. Toutes choses égales, s'il passe beaucoup de sucre par le rein, il en reste moins dans le sang, et réciproquement. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **R.-L. Devaux** adresse une Note relative à un moyen d'annuler l'inflammabilité du grisou, par le mélange avec l'acide carbonique.

(Renvoi à la Commission du grisou.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne communication de télégrammes de condoléances adressés à l'Académie, à l'occasion de la mort de M. *Pasteur :*

Par la Société Impériale des naturalistes de Moscou.
Par la Société Impériale des amis des Sciences naturelles de Moscou.
Par l'Académie Impériale militaire de Médecine de Saint-Pétersbourg.
Par la Société des Étudiants du Mexique.
Par le Conseil de l'Institut vétérinaire de Kharkoff.
Par la Chambre des députés de la République brésilienne.
Par le Conseil médical de Russie.
Par l'Académie de Médecine du Mexique.
Par l'Institut séricicole de Brousse.
Par la Société des médecins praticiens de Saint-Pétersbourg.
Par le Conseil universitaire de Kharkoff.
Par la Faculté de Médecine de Rio Janeiro.
Par l'Académie nationale de Médecine de Rio Janeiro.
Par les Étudiants Ingénieurs de l'Institut technologique pratique de Charlzoff.
Par l'Institut royal Lombard des Sciences et Lettres, de Milan.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur l'intégration de l'équation différentielle de Hamilton.* Note de M. **Paul Staeckel**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 9 mars 1893, j'ai indiqué une classe de problèmes de Dynamique, dont les équations différentielles s'intègrent par des quadratures. On parvient à ces problèmes par la considération suivante, qui est susceptible d'une généralisation remarquable.

» Étant donnée une *équation différentielle de Hamilton*

$$\text{(H)} \qquad \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n} \mathrm{A}_k \left(\frac{\partial \mathrm{W}}{\partial q_k}\right)^2 = \mathrm{II} + \alpha_1,$$

il s'agit de déterminer une *solution complète*

$$W = V(q_1, \ldots, q_n; \alpha_1, \ldots, \alpha_n).$$

» Pour trouver des équations (H) dont on peut effectuer l'intégration ; faisons l'hypothèse que les quantités

$$\left(\frac{\partial W}{\partial q_k}\right)^2 \qquad (k = 1, 2, \ldots, n)$$

soient des fonctions linéaires des constantes arbitraires $\alpha_1, \ldots, \alpha_n$

$$(H_k) \qquad \frac{1}{2}\left(\frac{\partial W}{\partial q_k}\right)^2 = \varphi_{k0} + \varphi_{k1}\alpha_1 + \ldots + \varphi_{kn}\alpha_n.$$

» Afin que les conditions d'intégrabilité soient remplies, il faut et il suffit que les fonctions

$$\varphi_{k0}, \quad \varphi_{k1}, \quad \ldots, \quad \varphi_{kn}$$

dépendent seulement de la variable q_k.

» Soit $\Phi_{k\lambda}$ le déterminant adjoint de $\varphi_{k\lambda}$ par rapport au système des n^2 quantités

$$\begin{matrix} \varphi_{11}, & \varphi_{12}, & \ldots, & \varphi_{1n}, \\ \varphi_{21}, & \varphi_{22}, & \ldots, & \varphi_{2n}, \\ \ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots, \\ \varphi_{n1}, & \varphi_{n2}, & \ldots, & \varphi_{nn}, \end{matrix}$$

et

$$\sum_{k=1}^{n} \varphi_{k\lambda}\Phi_{k\lambda} = \Phi, \qquad \sum_{k=1}^{n} \varphi_{k0}\Phi_{k\lambda} = \Psi_\lambda.$$

Alors l'équation

$$(H^*) \qquad \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n} \frac{\Phi_{k1}}{\Phi}\left(\frac{\partial W}{\partial q_k}\right)^2 = \frac{\Psi_1}{\Phi} + \alpha_1$$

admet la solution complète

$$W = \sum_{k=1}^{n} \int \sqrt{2\varphi_{k0} + 2\varphi_{k1}\alpha_1 + \ldots + 2\varphi_{kn}\alpha_n}\, dq_k.$$

» Le problème de Dynamique qui correspond à l'équation (H^*) est caractérisé par l'équation de la force vive

$$T \equiv \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n} \frac{\Phi}{\Phi_{k1}} q_k'^2 = \frac{\Psi_1}{\Phi} + \alpha_1.$$

» En calculant les constantes $\alpha_2, \ldots, \alpha_n$ et en se servant des équations

$$\frac{\partial W}{\partial q_k} = \frac{\partial T}{\partial q'_k} = \frac{\Phi}{\Phi_{k1}} q'_k,$$

on obtient encore les $n-1$ autres intégrales quadratiques en $q'_1, q'_2, \ldots, q'_n$

$$\frac{1}{2} \sum_{k=1}^{n} \frac{\Phi \Phi_{k\lambda}}{\Phi_{k1}^2} q'^2_k = \frac{\Psi_\lambda}{\Phi} + \alpha_\lambda \qquad (\lambda = 2, 3, \ldots, n).$$

» C'est par ces réflexions que j'ai été amené à généraliser mon théorème du 9 mars 1893. Introduisant au lieu des n variables $q_1, \ldots, q_n$ les n systèmes des variables

$$\begin{array}{llll} q_{11}, & q_{12}, & \ldots, & q_{1h_1}, \\ q_{21}, & q_{22}, & \ldots, & q_{2h_2}, \\ \ldots, & \ldots, & \ldots, & \ldots, \\ q_{n1}, & q_{n2}, & \ldots, & q_{nh_n}, \end{array}$$

dont le nombre total est

$$r = h_1 + h_2 + \ldots + h_n,$$

je suppose qu'on puisse intégrer les n équations

$$(G_k) \qquad \frac{1}{2} \sum_{\rho_k=1}^{h_k} \sum_{\sigma_k=1}^{h_k} A_{k\rho_k\sigma_k} \frac{\partial W}{\partial q_{k\rho_k}} \frac{\partial W}{\partial q_{k\sigma_k}} = \varphi_{k0} + \varphi_{k1}\alpha_1 + \ldots + \varphi_{kn}\alpha_n,$$

où toutes les quantités dont l'index premier est k dépendent seulement des variables dont l'index premier est k.

» Soit

$$\overset{k}{V}(q_{k1}, \ldots, q_{kh_k}; \alpha_1, \ldots, \alpha_n; \beta_{k1}, \ldots, \beta_{k,h_k-1})$$

la solution complète de l'équation (G_k). Les conditions d'intégrabilité étant remplies, l'expression

$$W = V_1 + V_2 + \ldots + V_n$$

est une solution complète de l'équation

$$(G^*) \qquad \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{n} \frac{\Phi_{k1}}{\Phi} \sum_{\rho_k=1}^{h_k} \sum_{\sigma_k=1}^{h_k} A_{k\rho_k\sigma_k} \frac{\partial W}{\partial q_{k\rho_k}} \frac{\partial W}{\partial q_{k\sigma_k}} = \frac{\Psi_1}{\Phi} + \alpha_1.$$

» Le problème de Dynamique qui correspond à l'équation (G^*) est

caractérisé par l'équation de la force vive

$$T \equiv \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{n} \frac{\Phi}{\Phi_{k1}} \sum_{\rho_k=1}^{h_k} \sum_{\sigma_k=1}^{h_k} B_{k\rho_k\sigma_k} q'_{k\rho_k} q'_{k\sigma_k} = \frac{\Psi_1}{\Phi} + \alpha_1;$$

le système des h_k^2 quantités $B_{k\rho_k\sigma_k} = B_{k\sigma_k\rho_k} (\rho_k, \sigma_k = 1, 2, \ldots, h_k)$ est réciproque au système des h_k^2 quantités $A_{k\rho_k\sigma_k} = A_{k\sigma_k\rho_k}$. En calculant les constantes $\alpha_2, \ldots, \alpha_n$ et en se servant des équations

$$\frac{\partial W}{\partial q_{k\rho_k}} = \frac{\partial T}{\partial q'_{k\rho_k}} = \frac{\Phi}{\Phi_{k1}} \sum_{\sigma_k=1}^{h_k} B_{k\rho_k\sigma_k} q'_{k\sigma_k},$$

on obtient encore $n - 1$ autres intégrales quadratiques

$$\frac{1}{2} \sum_{k=1}^{n} \frac{\Phi \Phi_{k\lambda}}{\Phi_{k1}^2} \sum_{\rho_k=1}^{h_k} \sum_{\rho_k=1}^{h_k} B_{k\rho_k\sigma_k} q'_{k\rho_k} q'_{k\sigma_k} = \frac{\Psi_\lambda}{\Phi} + \alpha_\gamma.$$

» Voilà la véritable généralisation du théorème connu de Liouville, généralisation qui permet d'utiliser tout progrès dans l'intégration des équations de Hamilton, pour trouver des types nouveaux d'équations intégrables ou, en d'autres termes, pour former de nouveaux éléments linéaires dont on peut déterminer les lignes géodésiques. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les électrodes parasites.* Note de M. G. **Delvalez**, présentée par M. Mascart.

« Lorsqu'on fait passer un courant dans un liquide contenant une électrode parasite, les produits de l'électrolyse apparaissent sur celle-ci.

» Voici quelques exemples :

» Lame de platine dans du sulfate de cuivre; aiguille d'acier dans l'eau acidulée, goutte de mercure dans l'eau acidulée, dans le sulfate de cuivre; lame de laiton dans le sulfate de cuivre, dans un mélange d'acétates de cuivre et de plomb.

» Ce dernier cas est particulièrement intéressant.

» Une cuve rectangulaire de 69mm sur 92mm est fermée à ses deux extrémités par des lames de cuivre de même largeur. Elle contient un mélange (non dosé) des deux acétates. Les lames parasites sont des feuilles minces de laiton. On peut les placer sur le fond de la cuve, les soutenir au milieu du liquide, ou les maintenir verticales. Le courant est fourni par deux petits bichromates. Une boîte de résistance est intercalée dans le circuit.

» Dans ces conditions, la lame se couvre de figures électrochimiques, analogues à celles étudiées par Nobili, Becquerel et Guébhard. Il se produit, du côté de l'électrode positive, des dépôts métalliques; de l'autre, des dépôts de peroxyde de plomb présentant les couleurs des lames minces. Les colorations se développent rapidement, puis restent stationnaires.

» 1° La forme des lignes isochromatiques dépend de la forme du conducteur parasite et de sa position par rapport aux électrodes.

» 2° Une lame de cuivre ou de plomb présente les mêmes dépôts *métalliques* qu'une lame de laiton identique, mais la deuxième moitié ne se colore pas.

» 3° La nature des dépôts varie avec l'intensité du courant.

» Si celle-ci est faible, il se produit uniquement du cuivre rouge brillant. A partir d'une intensité convenable, le plomb se dépose sur la tranche et sur la lame; à côté, se trouvent un dépôt clair sur fond de cuivre, puis zone un peu brune et enfin cuivre rouge brillant suivi des couleurs des lames minces.

» Il est à remarquer que les dépôts précédents sont analogues à ceux qu'on obtient successivement dans l'électrolyse des mélanges lorsqu'on fait varier l'intensité du courant (Bouty).

» 4° Si l'on fait varier la longueur des lames parasites, on observe les mêmes effets que précédemment.

» Enfin les couleurs se modifient et tendent à s'uniformiser lorsque les lames colorées sont abandonnées à elles-mêmes dans la cuve d'où l'on a enlevé les électrodes. Ce phénomène est très lent.

» Cherchons la forme des surfaces équipotentielles dans une cuve rectangulaire de sulfate de cuivre (145^{mm}, 122^{mm}), où est immergée une lame de cuivre normale aux électrodes.

» L'expérience, faite le plus rapidement possible, et par le moyen ordinaire, montre que les surfaces sont déformées comme dans le cas d'un conducteur isolé placé dans un champ uniforme. De telle sorte que la lame est traversée par un flux d'électricité de densité croissante à mesure qu'on s'approche de ses bords, entrant du côté de l'électrode positive, sortant du côté opposé. Telle est la cause des phénomènes.

» Quant à la limite observée, elle s'explique par ce fait que la lame polarisée se décharge à travers le liquide. Cette dépolarisation peut compenser l'effet du flux direct. S'il en est ainsi, on voit que les surfaces équipotentielles doivent se déformer peu à peu et devenir finalement normales à la lame aux points où l'équilibre existe. C'est ce que l'expérience vérifie.

On comprend aussi pourquoi les couleurs tendent à s'uniformiser lorsque la lame est abandonnée dans le liquide.

» Les conducteurs parasites employés pour certaines mesures se polarisent. Il en résulte une erreur systématique sur les mesures faites aux électrodes. Si la lame parasite occupe toute la section de l'électrolyte, son influence est connue. Qu'arrive-t-il si elle n'en occupe qu'une partie? C'est ce que je me propose de rechercher. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés mécaniques des alliages de cuivre et de zinc.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les données que l'on possède sur les propriétés des alliages sont très peu nombreuses et assez mal définies. La résistance d'un métal dépendant non seulement de sa composition chimique, mais aussi, et dans une très grande proportion, du mode de travail qu'on lui a fait subir, il faut, pour caractériser un alliage, déterminer ses propriétés dans tous les états qu'on peut lui faire prendre, par le traitement mécanique et calorifique, sans modifier sa composition. Ce programme conduit à des expériences très nombreuses, mais qui sont indispensables pour définir complètement un alliage et le comparer avec d'autres de compositions différentes.

» J'ai étudié, à ce point de vue, les alliages de cuivre et de zinc qui constituent un cas relativement simple, par suite de ce fait que les durées de chauffage et de refroidissement, pendant le traitement thermique, n'ont pas d'influence sensible; l'état du métal dépend donc exclusivement de son état d'écrouissage, c'est-à-dire de la grandeur des déformations qu'il a subies à froid et de la température maxima à laquelle il a été *recuit* en dernier lieu.

» J'ai opéré sur une série d'alliages de cuivre et de zinc, de compositions variables, parmi lesquels ceux qui contiennent de 0 à 50 pour 100 de zinc, sont seuls intéressants au point de vue mécanique. Chacun de ces alliages, après coulée, a été amené, par des laminages et martelages à froid, à l'état d'écrouissage maximum, c'est-à-dire à un état pour lequel la rupture se produit presque sans déformation; des échantillons ainsi écrouis étaient recuits à des températures échelonnées de 50° en 50° environ, jusqu'à la fusion. Dans chacun de ces états successifs, on prélevait des éprouvettes qui étaient essayées à la traction et à la compression [1].

---

[1] Les éprouvettes de traction avaient 8^{mmq} de section et 90^{mm} de longueur entre

Voici quelques-unes des conclusions qui peuvent se déduire de l'examen des résultats obtenus.

» 1° Pour les métaux bruts de coulée, la résistance dépend de la température de coulée et de la vitesse de refroidissement; elle augmente quand la température de coulée se rapproche du point de fusion et quand le moule est disposé de façon à produire une solidification rapide.

» 2° L'échelle des températures de recuit peut être partagée en quatre zones d'étendues variables pour les différents alliages. La première zone, en partant des températures basses, comprend les températures pour lesquelles on n'a pas de recuit sensible, c'est-à-dire pour lesquelles les propriétés mécaniques restent ce qu'elles étaient après écrouissage; nous l'appellerons *zone de non-recuit;* elle va, pour le cuivre rouge, jusqu'à 350° environ et diminue graduellement quand la teneur en zinc augmente. Dans la deuxième zone (zone de recuit variable), le degré de recuit, c'est-à-dire la grandeur de la modification des propriétés mécaniques, varie d'une façon continue avec la température; presque nulle pour le cuivre rouge, cette zone s'étend quand la teneur en zinc augmente et, pour l'alliage à 40 pour 100 de zinc, elle va presque de la température ordinaire jusqu'au point de fusion. Pour toutes les températures comprises dans la troizième zone (zone de recuit constant), la modification des propriétés mécaniques produite par le recuit est sensiblement la même; cette zone va de 400° à 1000° environ pour le cuivre rouge et diminue quand la proportion de zinc augmente. Dans ces trois premières zones, le recuit produit une diminution de la résistance et une augmentation de l'allongement avant rupture. Enfin, aux températures très élevées, voisines du point de fusion, on produit souvent une détérioration du métal dont la résistance diminue en même temps que l'allongement : on dit que le métal est brûlé; l'étendue de cette zone de brûlure semble dépendre principalement de la présence d'impuretés, notamment de métaux fusibles tels que le plomb et l'étain, dont il y a toujours des traces dans les produits industriels.

» 3° Pour comparer entre eux les différents alliages, il faut les considérer successivement sous les différents états qu'ils peuvent prendre. Nous n'indiquerons ici que les résultats relatifs à l'état de recuit complet (zone de recuit constant, allongement maximum, charge de rupture minima)

---

repères. Les éprouvettes de compression étaient des cylindres de 13^{mm} de hauteur et 8^{mm} de diamètre.

qui, dans le cas des alliages cuivre et zinc, coïncident qualitativement avec ceux relatifs aux autres états. La résistance à la rupture par traction croît avec la teneur en zinc, passe par un maximum aux environs de 43 pour 100 de zinc et décroît ensuite rapidement; l'allongement avant rupture croît également avec la teneur en zinc et passe par un maximum aux environs de 30 pour 100 de zinc, puis diminue rapidement. Les alliages les plus avantageux sont donc ceux qui contiennent de 30 à 43 pour 100 de zinc, les plus riches en zinc correspondant aux plus grandes résistances, les plus riches en cuivre aux plus grands allongements.

» Voici les chiffres moyens relatifs à quelques alliages :

Composition du métal.		Écroui.		Recuit complet.	
Cuivre.	Zinc.	Charge de rupture.	Allongement.	Charge de rupture.	Allongement.
		kgr		kgr	pour 100
100	0	34	sensiblement nul	21	33
90	10	37	»	24	37
80	20	42	»	25	42
70	30	50	»	31	66
60	40	57	»	37	39
50	50	10	»	9	2

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un carbure de glucinium*. Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« La glucine a été rangée jusqu'ici parmi les oxydes irréductibles par le charbon. Les récents travaux de M. Moissan ont considérablement diminué le nombre de ces oxydes, et montré que, dans bien des cas, la réduction pouvait s'effectuer avec le concours d'une source calorifique suffisamment intense. En suivant le même ordre d'idées, nous avons entrepris des recherches sur le glucinium et ses composés.

» La glucine pure a été retirée de l'émeraude, qui est son principal minerai, par un procédé que nous ferons connaître ultérieurement. En chauffant au four électrique un mélange d'oxyde de glucinium et de charbon nous avons pu obtenir, non le métal, mais un carbure défini dont nous donnons aujourd'hui la préparation et les principales propriétés.

» Nos essais ont été faits en employant le dispositif du four électrique à tube indiqué par M. Moissan [1].

---

(1) Henri Moissan, *Sur un nouveau modèle de four électrique à réverbère et à électrodes mobiles* (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 679).

» La glucine pure était intimement mélangée avec la moitié de son poids de charbon de sucre. Ce mélange était aggloméré avec un peu d'huile, puis comprimé sous forme de petits cylindres que l'on calcinait ensuite au rouge naissant. Ces cylindres étaient introduits dans un tube de charbon fermé à l'une de ses extrémités et disposé de telle sorte que le mélange de charbon et d'oxyde se trouvait dans la partie la plus chaude du four.

» Nous avons dû employer, pour préparer un carbure pur, un courant de 950 ampères et 40 volts; l'expérience durait de huit à dix minutes. Dans une série d'essais où nous disposions d'un courant de 350 ampères et 50 à 60 volts, nous n'avons pu obtenir qu'un azoture ou des produits renfermant de l'azote et du carbone.

» Lorsque l'opération a été bien conduite, on trouve à l'intérieur du tube des masses fondues recouvertes de graphite, à cassure cristalline, et de coloration rougeâtre. Ce produit ne renferme pas d'azote et est constitué par un carbure défini ne contenant d'autre impureté qu'une petite quantité de graphite.

» Le carbure de glucinium pur se présente en cristaux microscopiques jaune brun transparents, rappelant ceux du carbure d'aluminium [1] et présentant comme ces derniers des facettes hexagonales. Il raye facilement le quartz. Sa densité à 15° est de 1,9.

» Les propriétés chimiques de ce carbure le rapprochent beaucoup du carbure d'aluminium.

» Le chlore l'attaque facilement au rouge sombre, avec incandescence, en donnant du chlorure de glucinium volatil et un résidu noir de carbone amorphe et de graphite. Le brome réagit à une température un peu supérieure avec formation d'un sublimé de bromure. L'iode est sans action vers 800°.

» L'oxygène pur produit au rouge sombre une oxydation superficielle avec formation de glucine qui empêche l'oxydation de devenir plus profonde; il en est de même si l'on place un fragment de ce carbure dans la flamme du chalumeau de Deville. La vapeur de soufre réagit au-dessous de 1000° en donnant un sulfure. Le phosphore et l'azote ne l'attaquent pas sensiblement au rouge sombre.

» Il ne semble pas exister de composé plus riche en carbone; nous avons en effet toujours retrouvé l'excès de carbone, ajouté dans nos expériences, sous forme de graphite.

» L'acide fluorhydrique anhydre attaque le carbure de glucinium au-dessous du

---

(1) Henri Moissan, *Préparation d'un carbure d'aluminium cristallisé* (*Comptes rendus,* t. CXIX, p. 16).

rouge avec une vive incandescence, en laissant un résidu de charbon et un fluorure de glucinium anhydre fondu, se dissolvant lentement dans l'eau bouillante et fixe à la température de l'expérience. L'acide chlorhydrique réagit avec moins d'énergie, en donnant un sublimé de chlorure et du gaz hydrogène pur.

» L'une des réactions qui rapprochent nettement cette combinaison du carbure d'aluminium est sa décomposition par l'eau, à la température ordinaire, avec production de glucine hydratée et de gaz méthane. Cette réaction est très lente, même en liqueur acide; elle se produit, au contraire, rapidement et d'une façon complète, avec une solution concentrée et chaude de potasse ou de soude. Dans ce dernier cas, il se forme une combinaison soluble de glucine et d'alcali qui facilite la réaction.

» L'acide sulfurique concentré bouillant est réduit facilement par le carbure de glucinium avec dégagement d'acide sulfureux. L'acide chlorhydrique concentré n'attaque que lentement ce composé, même à l'ébullition; il en est de même de l'acide nitrique fumant; ces mêmes acides étendus donnent une attaque complète au bout de quelques heures à chaud. L'acide fluorhydrique le dissout rapidement à chaud.

» La potasse fondue détruit le carbure avec incandescence. Le chlorate et le nitrate de potassium sont sans action. Le permanganate de potassium et l'oxyde puce de plomb l'oxydent avec énergie.

» *Analyse.* — Nous avons déterminé la composition du carbure de glucinium par trois procédés différents :

» 1° Un poids déterminé de matière était traité par un courant de chlore sec et privé d'oxygène par son passage sur une colonne de charbon de sucre maintenu au rouge vif; le chlorure formé, convenablement condensé, nous a servi à doser le glucinium; le carbone total était pesé après l'avoir débarrassé du chlore en le chauffant dans un courant d'hydrogène, et enfin traité par l'acide nitrique fumant, qui laissait le carbone graphitoïde, lequel était recueilli sur filtre taré et pesé.

» 2° Le carbure pulvérisé était attaqué, pendant plusieurs heures, par l'acide nitrique fumant, de façon à détruire tout le carbone combiné; le liquide étendu était filtré sur filtre taré. Le résidu solide pesé nous donnait le graphite, et le glucinium était précipité dans la liqueur par le sulfhydrate d'ammoniaque.

» 3° Ce procédé a été choisi dans le but de déterminer le carbone combiné, sous forme de gaz méthane. Nous avons placé dans un petit ballon un poids connu de carbure et une quantité suffisante d'une solution concentrée de soude pure, le ballon était relié à une trompe à mercure, qui permettait de recueillir les gaz. On établissait le vide dans l'appareil, en refroidissant pour empêcher la réaction, et l'on chauffait ensuite jusqu'à décomposition complète. Le gaz recueilli et mesuré était constitué par du méthane pur [1].

---

[1] Volume du gaz employé, 1,35; oxygène, 4,6; après étincelle, 3,75; contraction, 2,65; CO^2, 1,30. L'action de la soude concentrée devrait donner théoriquement, pour $0^{gr},107$, $78^{cc},6$ de méthane; nous avons obtenu 76,8.

» Dans ces différentes analyses, nous avons obtenu les rapports suivants entre les poids de carbone combiné et de métal :

	I.	II.	III.	IV.
Glucinium........	59,53	59,17	60,91	59,76
Carbone..........	40,47	40,83	39,09	40,24

» En prenant pour poids atomique le nombre 13,8, déterminé par Nilson et Petterson (¹), on trouve, pour la formule C^3Gl^4,

Gl........................	60,52
C..........................	39,47

» *Conclusions.* — Nous avons préparé, à la haute température du four électrique, le carbure de glucinium pur et cristallisé. Les propriétés de ce carbure, et plus particulièrement l'action de l'eau, qui le décompose à froid avec dégagement de méthane, le rapprochent tellement du carbure d'aluminium C^3Al^4, que nous avons été amené à lui attribuer la formule C^3Gl^4.

» Dans ces conditions, le poids atomique du glucinium serait un nombre voisin de 14, et la glucine deviendrait un sesquioxyde Gl^2O^3 (²). »

CHIMIE. — *Recherches sur les combinaisons du cyanure de mercure avec les iodures.* Note de M. **Raoul Varet.**

« J'ai poursuivi mes recherches sur les sels doubles en examinant les iodocyanures. Je n'ai pas eu à m'occuper du sel de mercure et de potassium, M. Berthelot l'ayant étudié.

» I. *Iodocyanure de mercure et de sodium.* $HgCy^2.2NaCy.HgI^2.4H^2O$ (Custer). — Sa chaleur de formation se calcule à l'aide des données suivantes, obtenues à 15° :

	Cal
1° Dissolution du sel dans l'eau, qui absorbe	−22,8
2° $2HgCy^2$ (1 mol. = 8lit) + $2NaI$ (1 mol. = 2lit) dégage..................	+ 5,3
3° $2HgCy^2$ sol. + eau absorbe..	− 6,0
4° $2NaI$ sol. + eau dégage..	+ 2,6

» D'où l'on déduit

$2HgCy^2$ sol. + $2NaI$ sol. + $4H^2O$ liq. = $HgCy^2.2NaCyHgI^2 4H^2O$ sol...... +24,7

(¹) *Chemical News,* t. XXXVII, p. 110.

(²) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan à l'École supérieure de Pharmacie.

» II. *Iodocyanure de mercure et d'ammonium.* — $HgCy^2 . 2AzH^4I . HgI^2 \frac{1}{2} H^2O$ (Varet).

	Cal
1° La dissolution du sel double absorbe, à 15°.	−23,5
2° $2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + $2AzH^4I$ (1 mol. = 2^{lit}) dégage.	+ 4,5

» Sachant que la dissolution de $2AzH^4I$ absorbe $-7^{Cal},0$, on tire de là

$2HgCy^2$ sol. + $2AzH^4I$ sol. + $\frac{1}{2}H^2O$ liq. = $HgCy^2\, 2AzH^4I . HgI^2 \frac{1}{2} H^2O$ sol... +15,0

» III. *Iodocyanure de mercure et de lithium.* — $HgCy^2 . 2LiCy . HgI^2 . 7H^2O$ (Varet).

	Cal
La dissolution de ce composé absorbe, à 15°.	−20,7
$2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + $2LiI$ (1 mol. = 2^{lit}) dégage.	+ 5,5

» Sachant que la dissolution de 2Li dégage $+29^{Cal},8$, on a

$2HgCy^2$ sol. + $2LiI$ sol. + $7H^2O$ liq. = $HgCy^2 . 2LiCy . HgI^2 . 7H^2O$ sol..... +50,0

» IV. *Iodocyanure de mercure et de baryum.* — Custer a décrit le composé $2HgCy^2BaI^2 . 4H^2O$. J'ai obtenu le sel $HgCy^2 . BaCy^2 . HgI^2 . 6H^2O$.

	Cal
La dissolution de ce sel dans l'eau absorbe, à 15°.	−22,0
$2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + BaI^2 (1 mol. = 4^{lit}) dégage.	+ 5,3

» La dissolution de BaI^2 dégage $10^{Cal},3$; on en déduit

$2HgCy^2$ sol. + BaI^2 sol. + $6H^2O$ liq. = $HgCy^2BaCy^2HgI^2 6A^2O$ sol....... +31,6

» V. *Iodocyanure de mercure et de strontium.* — Custer lui attribue la formule $2HgCy^2SrI^2 6H^2O$. J'ai obtenu le composé $HgCy^2SrCy^2HgI^2 7H^2O$.

La dissolution de ce sel dans l'eau à 15° absorbe.	$-21^{Cal},8$
$2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + SrI^2 (1 mol. = 4^{lit}) dégage.	$+ 5^{Cal},5$

» La chaleur de dissolution de SrI^2 étant égale à $+20^{Cal},5$, on aura

$2HgCy^2$ sol. + SrI^2 sol. + $7H^2O$ liq. = $HgCy^2 . SrCy^2 . HgI^2 . 7H^2O$ sol.... $+41^{Cal},8$

» VI. *Iodocyanure de mercure et de calcium.* — Custer a décrit le corps $2HgCy^2CaI^2 6H^2O$. J'ai obtenu le sel $HgCy^2CaCy^2HgI^2 7H^2O$.

La dissolution du sel double dans l'eau absorbe à 15°.	$-22^{Cal},4$
$2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + CaI^2 (1 mol. = 4^{lit}) dégage.	$+ 5^{Cal},5$

» La dissolution de CaI^2 dégage $+27^{Cal},6$, on aura

$2HgCy^2$ sol. + CaI^2 sol. + $7H^2O$ liq. = $HgCy^2 . CaCy^2 . HgI^2 . 7H^2O$ sol.. $+49^{Cal},5$

» VII. *Iodocyanure de mercure et de magnésium.* — $HgCy^2 . MgCy^2 . HgI^2 . 8H^2O$ (Varet).

La dissolution de ce composé absorbe à 15°.	$-20^{Cal},0$
$2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + MgI^2 (1 mol. = 4^{lit}) dégage.	$+ 5^{Cal},3$

» Sachant que la dissolution de MgI^2 dégage $+49^{Cal},8$, on déduit

$2HgCy^2$ sol. + MgI^2 sol. + $8H^2O$ liq. = $HgCy^2 . MgCy^2 . HgI^2 . 8H^2O$ sol.. $+69^{Cal},1$

» VIII. *Iodocyanure de mercure et de cadmium.* — $HgCy^2.CdCy^2.HgI^2.8H^2O$ (Varet).

La dissolution de ce sel absorbe à 15° .... — $22^{Cal},5$
$2HgCy^2$ (1 mol. = 8^{lit}) + CdI^2 (1 mol. = 4^{lit}) dégage .... + $2^{Cal},0$

» La dissolution de CdI^2 absorbe — $1^{Cal},0$. D'où l'on conclut

$2HgCy^2$ sol. + CdI^2 sol. + $8H^2O$ liq. = $HgCy^2.CdCy^2.HgI^2.8H^2O$ sol.. + $17^{Cal},3$

» *Constitution des iodocyanures.* — Pour cette étude, j'ai utilisé les mêmes méthodes que pour les chlorocyanures et les bromocyanures (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 348 et 398). A la température de 30° les solutions des iodocyanures, contrairement à celles des chloro et des bromocyanures, prennent instantanément, lorsqu'on les additionne de picrate de potasse, la teinte rouge caractéristique de la formation des isopurpurates, ce qui indique qu'elles contiennent du cyanogène non uni au mercure et en combinaison avec le potassium, le sodium, etc.

» Ces mêmes solutions bleuissent énergiquement le papier rouge de tournesol, ce qui conduit à la même conclusion, à savoir que les liqueurs obtenues en opposant au cyanure de mercure les iodures alcalins et alcalino-terreux contiennent des sels triples du type $HgCy^2MCy^2HgI^2$. Nous avons vu que, dans le cas des chlorures, il y avait seulement formation des sels doubles tels que $HgCy^2.MCl^2$, et qu'avec les bromures les solutions contenaient surtout des sels doubles $2HgCy^2MCl^2$, avec une très faible proportion des sels triples $HgCy^2.MCy^2.HgI^2$.

» La transformation du système $2HgCy^2 + M''I^2$ en $HgCy^2 + MCy^2 + HgI^2$ jaune absorbe en moyenne $-9^{Cal},3$ dans l'état dissous, quantité qui est surpassée par la formation des cyanures doubles $HgCy^2.M''Cy^2$, soit $+12^{Cal},4$, et par leur union avec HgI^2 jaune, laquelle dégage $+2^{Cal},3$. »

CHIMIE. — *Sur les doubles décompositions entre le cyanure de mercure et les sels des métaux alcalins et alcalino-terreux.* Note de M. **Raoul Varet.**

« Les résultats obtenus au cours de mes recherches sur les iodocyanures m'ont conduit à étudier, à l'aide des mêmes méthodes, la constitution des solutions obtenues en opposant au cyanure de mercure les principaux sels solubles des métaux alcalins et alcalino-terreux. Voici ce que j'ai constaté :

» Les fluorures, les chlorures, les sulfates, les azotates, les carbonates, les acétates, les picrates de ces métaux ne font pas la double décomposition avec le cyanure de mercure.

» Les bromures se conduisent de même. Il y a néanmoins un très léger échange réciproque des bases et des acides.

» Avec les iodures, double décomposition réglée par la production maxima des sels triples $HgCy^2.MCy^2.HgI^2$.

» Avec les sulfures, double décomposition complète.

» On remarquera qu'il y a double décomposition plus ou moins complète si l'acide du sel opposé au cyanure de mercure déplace l'acide cyanhydrique vis-à-vis de l'oxyde mercurique. Dans le cas contraire, il ne se produit pas, en proportion notable, d'échange réciproque des acides et des bases. Ainsi les acides sulfhydrique et iodhydrique déplacent l'acide cyanhydrique vis-à-vis de l'oxyde de mercure, avec mise en liberté de $17^{Cal},7$ pour le premier et de $15^{Cal},4$ pour le second. Il y a en effet double décomposition entre leurs sels et le cyanure de mercure.

» Au contraire, pour les sels qui ne font pas la double décomposition, l'acide cyanhydrique déplace leur acide générateur vis-à-vis de l'oxyde mercurique. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Action de l'air sur le moût de raisin et sur le vin.* Note de M. V. **Martinand**, présentée par M. Aimé Girard.

« Dans une précédente Note (¹), j'ai montré que l'action de l'air sur le moût de raisin provoque l'oxydation de la matière colorante, la rend insoluble et développe des parfums particuliers. J'ai émis l'hypothèse que ces réactions pouvaient être produites par un ferment soluble ou diastase, ayant les propriétés de celui qui a été trouvé par M. Bertrand dans le latex de l'arbre à laque du Tonkin et qu'il a désigné sous le nom de *laccase*, analogue aussi à celui qui a été trouvé par M. Lindet dans le marc de pommes. Les expériences suivantes confirment cette hypothèse.

» Les raisins mûrs donnent à l'air, avec la teinture de gayac, avec l'hydroquinone, le pyrogallol, les réactions caractéristiques indiquées par M. Bertrand. Si on les chauffe à 100°, ces réactions n'ont plus lieu; le moût coloré ne se décolore plus à l'air, mais il acquiert de nouveau cette propriété, si on l'additionne de diastase précipitée par l'alcool d'un moût de raisin non chauffé.

» Les raisins provenant des variétés américaines ayant un goût foxé très prononcé, comme le Noah, l'Isabelle, l'Othello, perdent ce goût désa-

(¹) *Comptes rendus*, 24 juin 1895.

gréable par l'aération; mais, si on les chauffe à 100°, leur moût conserve ce goût foxé, qui ne peut disparaître que par une addition de ce ferment soluble.

» Dans ces deux cas, l'action oxydante de l'air sur le moût ne se manifeste donc que par l'intermédiaire d'une diastase.

» Elle est plus répandue dans les raisins mûrs que dans ceux qui le sont moins, et dans ces derniers, c'est autour des pépins qu'on la trouve surtout. Les raisins secs ne donnent aucune de ces réactions.

» L'examen d'une fermentation montre qu'elle se répand très lentement dans le moût même si les raisins baignent complètement: les pulpes donnent, avec la teinture de gayac, une coloration bleue très intense, tandis que le liquide lui-même se colore peu.

» Mais, si on laisse le marc au contact du vin une fois la fermentation terminée, celui-ci se colore de plus en plus par la teinture de gayac. Par des lavages du marc plusieurs fois répétés, on dissout toujours de nouvelles quantités de cette diastase. Une fermentation énergique en fait dissoudre dans le vin une quantité plus grande qu'une fermentation moins active. Une plus grande division de la pulpe agit dans le même sens.

» Les vins en contiennent généralement peu, beaucoup moins que les liquides provenant de la fermentation des prunes, des poires et des pommes. On la retrouve dans le vin nouveau, le vin vieux, le vin tourné et les vins chauffés dans un but de conservation.

» Les liquides qui contiennent cette diastase donnent, avec la teinture de gayac, une réaction de moins en moins bleue quand ils sont exposés à l'air. Chauffés à 72° pendant quatre minutes, il ne se colorent plus par ce réactif; il en est de même si on les chauffe à 55° pendant une heure et demie. A des températures intermédiaires, cette diastase est détruite dans un laps de temps d'autant plus court qu'on se rapproche de 72°. Elle n'est donc pas détruite dans les vins que l'on chauffe pour les conserver pendant un temps très court à une température qui ne dépasse pas 65°.

» J'ai examiné si elle peut jouer un rôle dans le vieillissement des vins : du vin de Bourgogne de 1894 exposé à l'air avec cette diastase, prend déjà au bout de 48 heures une couleur plus jaune et un parfum de vin vieux plus marqué que l'échantillon témoin. Par l'examen au vinicolorimètre Salleron (fait en introduisant un verre jaune dans la lunette), on trouve que le vin, avant une exposition à l'air, a une teinte égale au troisième violet rouge 354; après 48 heures d'exposition à l'air, elle correspond au premier rouge 410; au bout de ce même temps, mais s'il est additionné de diastase, le vin prend une teinte égale au troisième rouge 404.

» Ce ferment soluble a donc produit un vieillissement très sensible, et il est certain qu'il joue un rôle dans les phénomènes d'amélioration des vins qui vieillissent.

» Il doit aussi être cause de ce dépôt hâtif de la matière colorante que l'on constate dans certains vins, et des accidents que l'on désigne sous le nom de *casse* ou de *tourne*, lorsqu'ils ne sont pas dus au développement de micro-organismes.

» Son action sur le vin et les liquides fermentés est peut-être encore plus énergique que nous ne le signalons. Il ne serait pas étonnant que le sucre, l'acide tartrique, fussent oxydés par l'intermédiaire de cette diastase, car ce n'est qu'à l'aide d'oxydants énergiques capables de décomposer le sucre et l'acide tartrique, tels que l'eau oxygénée et l'ozone, que nous avons pu reproduire les mêmes réactions : décoloration du moût, disparition du goût foxé des raisins américains et vieillissement anticipé des vins. »

ZOOLOGIE. — *Dragages profonds exécutés, à bord du* Caudan, *dans le golfe de Gascogne pendant le mois d'août* 1895. Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. Guyou.

« On considère généralement que les dragages profonds ne peuvent être exécutés qu'au cours de grandes expéditions et qu'ils nécessitent un matériel fort coûteux et considérable. Grâce au bienveillant accueil fait par M. l'amiral Besnard, Ministre de la Marine, à une demande en vue d'obtenir le concours de la Marine, j'ai pu exécuter, pendant le mois d'août 1895, une série de dragages dans le golfe de Gascogne, à l'aide d'un matériel peu compliqué et d'un prix relativement peu élevé. Une partie des sommes nécessaires à l'achat de ce matériel provenait de donations et de souscriptions recueillies à Lyon.

» Sollicité par moi au sujet de l'entreprise que je méditais, M. le Commandant Guyou eut l'obligeance d'intervenir auprès de M. le Ministre de la Marine et le pria de vouloir bien participer à cette œuvre scientifique en prêtant, moyennant remboursement des frais d'installation et de navigation, un bâtiment de l'État pour une durée qu'il jugerait compatible avec les besoins du service de la Marine. M. le Ministre de la Marine, en raison de l'intérêt qu'offre, pour la navigation et la pêche, l'étude de l'Océan, décida que le *Caudan*, stationnaire du port de Lorient, serait mis, du 20 août au 2 septembre, à la disposition d'une Commission qui exécu-

terait des sondages et des dragages et ferait des observations océanographiques dans le golfe de Gascogne (¹).

» La plupart des appareils de sondage et de dragages ont été construits à Lyon. Le câble métallique, formé de 72 fils tordus autour d'une âme en chanvre, et d'un diamètre de 9^{mm}, offrait une résistance de 4500^{kg}; sa longueur (5000^{m}) était suffisante pour permettre d'aborder les grands fonds.

» La campagne étant très courte, il ne pouvait être question d'étendre nos explorations à une grande distance des côtes de France. En quittant Lorient, le *Caudan* fit route vers le sud-ouest, de manière à atteindre la falaise qui, à 100 milles de distance environ de nos côtes, établit brusquement la limite entre les fonds littoraux et les grandes profondeurs du large, et descendit ensuite vers le sud, parallèlement à la côte, jusqu'au 44° latitude nord; puis, rebroussant chemin, après avoir fait un crochet dans l'ouest, il se dirigea vers le nord pour regagner le port de Lorient.

» Le programme que nous nous étions tracé comportait des recherches zoologiques dans trois ordres de stations : 1° des dragages dans des profondeurs relativement faibles, comprises entre 300 et 600 mètres, qui établissent la transition des faunes littorales aux faunes profondes; 2° l'étude des fonds coralligènes que présente la falaise abrupte qui court parallèlement aux côtes de France; 3° des dragages au fond de la baie de Biscaye dans les fonds vaseux qui s'étendent, en ce point, en pente plus douce qu'au large des côtes de la Vendée et de la Bretagne où les fonds tombent beaucoup plus rapidement. Ce programme a pu être réalisé complètement. Malgré le laps de temps très court dont nous disposions, nous n'avons pas donné moins de vingt coups de chalut suivis de résultats et nous avons exécuté trente-deux sondages profonds. Le temps était, fort heureusement, exceptionnellement beau et les collections recueillies dans les différentes stations sont considérables.

» Ces collections n'ayant encore été examinées que très superficiellement, il ne m'est pas possible, pour le moment, de rendre compte de leur importance au point de vue zoologique. Je demanderai à l'Académie la permission de revenir plus tard sur ce point. Aujourd'hui, mon but était surtout de montrer qu'il était possible d'opérer des dragages profonds à

(¹) MM. Thoulet, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, Roule, Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, et Le Dantec, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lyon, voulurent bien accepter la proposition que je leur fis de se joindre à moi pour faire partie de cette Commission. M. Thoulet se chargeait spécialement des recherches d'Océanographie.

l'aide de ressources assez restreintes, en prenant comme exemple la campagne que nous venons d'effectuer et qui est due à l'initiative privée. Il n'est peut-être pas inutile d'ajouter que la plus grande partie des fonds nécessaires à l'exécution des appareils peut se trouver dans une ville de province, en faisant appel à la générosité de personnalités et de sociétés qui s'intéressent aux progrès de la Science ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur les effets de l'hiver de* 1894-1895 *sur la faune des côtes.* Note de M. **Jourdain**, présentée par M. Ed. Perrier. (Extrait.)

« Le dernier hiver a été remarquable, moins par sa rigueur que par l'époque tardive à laquelle il a sévi d'une manière prolongée.

» On a déjà entretenu l'Académie de quelques effets de cette crise de froid sur la faune littorale de la Manche. Parmi les espèces qui ont été particulièrement atteintes, il faut citer un Crustacé comestible, le *Maia squinado*, qu'on pêche en abondance au printemps sur les grèves du département de la Manche. Cette année, ce Décapode est devenu d'une rareté extrême; sur certains points, il a même entièrement disparu. Il en est résulté pour la pêche côtière un préjudice, dont l'absence de données statistiques ne permet pas de fixer le chiffre, mais qui est relativement important pour les populations du littoral.

» Par contre, la pêche des Palémons comestibles, qui se trouvent en grande quantité sur les côtes occidentales de la presqu'île du Cotentin, ne paraît avoir subi aucun déchet.

» Au cours de ce même hiver, j'ai eu l'occasion de faire sur un autre animal, terrestre cette fois, la Taupe, une observation qui m'a semblé digne d'intérêt. A l'époque où le sol, recouvert d'une mince couche de neige, était gelé sur une épaisseur de 10^{cm} à 15^{cm}, je fus surpris d'y voir apparaître

(1) Je citerai plus particulièrement le Conseil général du Rhône, la Société des Amis de l'Université, M. le docteur Lortet, directeur du Musée d'Histoire naturelle de Lyon, et MM. Lumière frères, comme m'ayant aidé par leurs subventions.

Je tiens à adresser mes remerciements à M. le Ministre de la Marine, qui a bien voulu mettre à notre disposition un bâtiment de l'État qui nous permît d'aborder les grands fonds; à M. Liard, directeur de l'Enseignement supérieur, auprès duquel j'ai trouvé le plus bienveillant appui, et à M. le Préfet maritime de Lorient qui a donné toutes les facilités pour l'installation du matériel à bord du *Caudan*. C'est grâce à cette excellente installation et au concours dévoué de M. le lieutenant de vaisseau de Kergrohen, commandant du *Caudan*, que notre campagne a été couronnée de succès.

ces monticules de terre ameublie, qui proviennent du travail souterrain des Taupes et qui en signalent la présence. Comment ces Insectivores, excellents fouisseurs à la vérité, sont-ils parvenus à rejeter à la surface la terre du sous-sol non gelé et, pour cela, à percer une couche glacée, que le pic entamait avec difficulté? Je n'aurais pas cru la chose possible, si je ne l'avais vue se reproduire à diverses reprises sous mes yeux.... »

M. **Resal** communique à l'Académie l'extrait suivant d'un Mémoire [1] adressé à M. le Ministre de la Guerre, par la Direction de l'Artillerie de Besançon, sur l'orage du 1er juillet 1895.

« A $1^h 20^m$ de l'après midi, on avait constaté, par un vent faible nord-est, et dans la direction sud-ouest, de faibles coups de tonnerre et qu'un orage s'avançait lentement vers le nord.

» A 2^h l'horizon se noircit et des éclairs verticaux se succèdent rapidement; de 2^h à $2^h 20^m$ on remarque, sur la coline des Tilleroyes, un grand nuage rouge-brun touchant la terre et surmonté, à une grande hauteur, par une bande inclinée vers l'ouest. Un instant après, le gros de l'orage, qui planait sur les monts Boucons, est refoulé vers Planoise et le Rosemont sans dépasser ces hauteurs. A $2^h 20^m$, vent de tempête; la hauteur barométrique baisse brusquement de 7^{mm} à 8^{mm}; le ciel, qu'on aperçoit à travers une masse de poussière, est illuminé par des lueurs d'un jaune-rougeâtre. Du marais de Saône, on observe qu'un nuage blanc plane sur la ville.

» D'énormes grêlons brisent les vitres et les tuiles; les chevaux sont affolés; pendant trois ou quatre minutes il se fait un grand vacarme; enfin quelques grosses gouttes de pluie tombent et la tourmente cesse.

» A $3^h 40^m$, survient une pluie serrée, mélangée, par endroits, à une petite grêle. Le ciel reste très orageux, et l'on entend le tonnerre jusqu'à une heure très avancée de la nuit.

» En général, le poids des grêlons a pour limites 40^{gr} et 50^{gr}, on en a cependant signalé de 70^{gr} et 80^{gr} et même 100^{gr}.

» A part quelques-uns qui étaient cylindriques, les grêlons étaient sphéroïdaux, mamelonnés ou à pointes coniques. La surface moyenne de quelques-uns d'entre eux était à peu près celle d'un haricot; d'autres avaient la forme d'une fraise.

» Les gros grêlons, chassés par le vent, animés d'une grande vitesse [2], rebondissaient sur le sol et roulaient parfois très loin [3]. Les premiers qui sont tombés, dont quelques-uns avaient la forme d'une lame de glace, étaient les plus volumineux.

---

(1) MM. le colonel Del Cambre, directeur; le chef d'escadron Lavigne, sous-directeur; le capitaine Bourgoignon, chargé du service des bâtiments et machines.

(2) On estime à 24^m la vitesse du vent de tempête. Celle des grêlons devait être moindre. R.

(3) Il paraît résulter de là que la substance des grêlons se rapproche plus de la glace compacte que du névé et que par suite sa densité peut être estimée à 0,913;

» Deux grêlons ont découpé en demi-cercle, en refoulant le métal à l'intérieur, un tuyau de descente en zinc. Une de ces parties, à moitié détachées, avait été perforée auparavant (¹).

» Les grêlons étaient poussés vers l'Arsenal par un vent ouest-nord-ouest et à la Butte (Polygone) par un vent normal au précédent.

» Là s'arrête la partie météorologique du Mémoire de la Direction de l'Artillerie de Besançon.

» L'orthogonalité des directions du mouvement de l'air à l'Arsenal et au Polygone, lieux distants de 2^{km} au plus, semble indiquer que la concentration de l'orage est due à un tourbillon résultant de la rencontre de courants dans les deux branches de la vallée du Doubs qui viennent se raccorder à Chamars par une courbe d'un faible rayon. Ce fait n'a rien d'anormal ; en effet, étant Président de la Commission météorologique du Doubs (1860-1870), j'ai remarqué que l'un des principaux centres d'orage de la région était Chenecy-sur-la-Loue, à 10^{km} environ au sud de Besançon, où viennent aboutir trois vallées. La même chose a lieu au Fayet-Saint-Gervais (Haute-Savoie).

» Faute de résultats directs de l'expérience, il ne m'a pas été possible, en partant des perforations du tuyau en zinc, de me rendre compte de l'ordre de grandeur de la vitesse des grêlons. »

M. C. Faure adresse une nouvelle Note relative à l'emploi du cyanate de calcium en agriculture.

M. R. Chrétien adresse une Note relative à l'emploi de lentilles à liquides, pour les instruments d'optique.

La séance est levée à 4 heures. M. B.

---

soient d^{mm} le diamètre moyen d'un grêlon sphéroïdal et p^{gr} son poids : on a

$$d = 10\sqrt[3]{2,092p}.$$

Pour $p = 50$ on trouve $d = 14^{mm},36$,
» $p = 100$ » $d = 24^{mm},74$. R.

(¹) Le périmètre moyen de cette perforation diffère peu de celui d'un trapèze isoscèle ayant environ 12^{mm} et 20^{mm} pour bases et 20^{mm} de hauteur. L'épaisseur du tuyau est à peu près de $1^{mm},2$. R.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 OCTOBRE 1895,

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la Lettre suivante, adressée à M. le Président, et signée de MM. le duc **de Broglie**, de l'Académie française; **Léopold Delisle**, de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres; **Ch. Hermite**, de l'Académie des Sciences; **Ambroise Thomas**, de l'Académie des Beaux-Arts; **Georges Picot**, de l'Académie des Sciences morales et politiques :

« Monsieur le Président et très honoré Confrère,

» A l'occasion du Centenaire de l'Institut, une cérémonie religieuse, en mémoire de ceux de ses Membres qui sont morts depuis sa fondation, sera célébrée dans l'église de Saint-Germain-des-Prés, avec l'assistance de Mgr l'évêque d'Autun, le mercredi 23 octobre, à 10h du matin.

» Nous vous prions de vouloir bien en informer nos Confrères de votre Académie.

» Veuillez agréer, etc. »

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. le baron *Larrey*, Membre libre, décédé le 8 octobre 1895. Les obsèques doivent avoir lieu vendredi prochain, 18 octobre, au Val-de-Grâce.

M. **Émile Blanchard** ajoute :

« A ce qui vient d'être exprimé par M. le Président touchant la carrière du baron Hippolyte Larrey, je veux insister sur un point qui reste l'honneur de notre regretté Confrère : Hippolyte Larrey a lutté toute la vie pour la Chirurgie conservatrice. Dans l'ancienne Chirurgie, tout membre blessé était aussitôt soumis à l'amputation ; mon père, qui fut chirurgien militaire aux derniers jours de l'Empire, me l'a souvent déclaré. Après avoir assisté à la bataille de Bautzen, mon père fut envoyé à Glogau en Silésie ; là, ayant un genou en terre pour donner les premiers soins à un blessé, un éclat d'obus lui passa entre les jambes et l'une d'elles se trouva fort endommagée. Dans son âge avancé, cette jambe devint variqueuse ; mais néanmoins il conserva l'usage de ses jambes jusqu'à la fin de sa vie, à l'âge de quatre-vingt-deux ans.

» L'influence des enseignements de Larrey se manifestait partout, même à son insu. Il s'agit de l'amiral Zédé, qui fut très grièvement blessé pendant la guerre de Crimée. Un jour on vient dire à l'amiral Romain Desfossés, commandant la flotte : « Le commandant Zédé est blessé, on va » être obligé de l'amputer des deux jambes. — Au moins, répondez-vous » de sa vie, demande l'amiral. — Non certes, fut la réponse. — Alors, » laissez-le tranquille », commanda l'amiral. Et le brave marin guérit de ses blessures. — Un souvenir me revient. En 1883, j'avais l'honneur de présider l'Académie des Sciences. Aux funérailles de l'un de nos Confrères, comme président de l'Académie, je tenais un des cordons du poêle; l'amiral Zédé marchait près de moi, tenant un autre cordon. Sans doute, sa démarche était pénible et il s'appuyait sur une canne ; mais enfin il avait conservé l'usage de ses jambes.

» Je terminerai, comme j'ai commencé, en rappelant qu'Hippolyte Larrey a été un véritable bienfaiteur de l'humanité et que sa lutte pour la Chirurgie conservatrice restera l'éternel honneur attaché à sa mémoire. »

M. le **Prince de Monaco** fait hommage à l'Académie d'un fascicule des

« Résultats des Campagnes scientifiques accomplies sur son yacht, publiés sous sa direction avec le concours de M. *Jules Richard*. Fascicule IX : Contribution à l'étude des Céphalopodes de l'Atlantique nord, par M. *Louis Joubin* ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur une amplification mécanique de la composante horizontale de la rotation de la Terre.* Note de M. **Jules Andrade**.

(Commissaires : MM. Cornu, Sarrau, Marcel Deprez.)

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter récemment à l'Académie, j'indiquais la possibilité de mettre en évidence et même d'*amplifier* la composante horizontale p de la rotation ω de la Terre. Dans le même ordre d'idées, j'ai fait deux expériences dont les résultats sont très significatifs, bien que les ressources dont je disposais ne me permettent de présenter ces expériences que comme des expériences *qualitatives*.

» Ces deux expériences reposent sur le même principe : la chute d'un mélange d'eau et de glycérine, mais une chute dissymétrique à l'égard de la verticale autour de laquelle l'appareil doit tourner.

» Mes deux appareils, en eux-mêmes à peu près semblables, différaient surtout par leur mode de suspension.

» 1° L'appareil dont je me suis servi à Paris, le 9 octobre dernier, à l'École de Chimie, se composait de deux paires de réservoirs en laiton; chaque paire est logée sur un mince support en bois, et les deux supports en bois sont réunis par une mince tige d'acier, longue de 2^m. Les réservoirs du haut, 1 et 3, communiquent respectivement avec ceux du bas, 2 et 4, par des tubes de verre. Des robinets à ressort et le flambage d'un fil permettaient de faire couler le liquide du réservoir supérieur 1 dans le réservoir inférieur correspondant 2; avant de faire l'expérience, le contenu du réservoir 3 était vidé dans le réservoir 4.

» Dans ces conditions, lorsque, après avoir flambé le fil, le réservoir 1 se sera vidé dans 2, l'axe représenté par la tige d'acier sera un *axe principal d'inertie* pour le système suspendu par un point quelconque de cet axe. Dès lors, le plan des deux tubes étant placé au repos dans le plan méridien, soient :

h la hauteur de chute du liquide;
ξ le demi-écartement des axes des tubes;
M la masse du liquide coulant;
I le moment d'inertie de la partie rigide de l'appareil, autour de son axe;
J le moment d'inertie de chaque partie liquide *contenue* dans son réservoir;
β la vitesse de rotation de l'appareil aussitôt après la chute.

» On a alors, en *valeur absolue*,

$$\beta = 2p\,\frac{M\xi h}{I + 2J}.$$

» Quant au signe de β, il est ainsi défini.

» Le tube où coule le liquide, vu de l'axe, dévie vers l'est.

» Le rayon des réservoirs était de 2^{cm}, $h = 200^{cm}$, $\xi = 4^{cm}$. En observant que j'avais $I < 2J$, la formule précédente assigne à la vitesse angulaire β une valeur supérieure à 3° par minute; mon appareil était suspendu à un fil double de nickel à une distance de $2^{m},50$ de sa poulie d'attache; j'ai dû, pour amortir les oscillations permanentes, employer en bas un second fil de soie et un poids amortisseur au bas de ce dernier.

» Or, j'ai trouvé β compris entre 2° et 5° par minute.

» 2° Dans une expérience faite à Rennes avec M. Moreau, le 1er août, mais avec une suspension qui faisait reposer l'appareil par un arc d'acier sur une tige de verre horizontale, nous n'avions trouvé que 7′ par minute, et nous avons observé d'ailleurs, après l'écoulement, un arrêt brusque qui nous révélait dans le frottement de la suspension un frein très gênant.

» On pourrait cependant, et j'espère le faire, utiliser des suspensions à pointe, mais à condition de munir l'appareil d'un flotteur en forme de tore et de dimensions convenables.

» J'insiste enfin sur le point le plus intéressant de cette méthode. Lorsque la forme de l'appareil varie dans de très larges limites, et pourvu qu'on maintienne I comparable à $2J$, la rotation ω est amplifiée dans un rapport qui varie à peu près proportionnellement au rapport $\frac{h}{\xi}$. On peut donc comparer cette méthode à un engrenage dont la grande roue motrice serait la Terre elle-même et dont le petit pignon, entraîné par la grande roue, serait l'appareil que je viens de décrire. La nature seule est le moteur. »

MÉCANIQUE. — *Sur un appareil hydraulique propre à mettre en évidence le mouvement de rotation de la Terre*. Note de M. **Aug. Coret**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Cornu, Sarrau, Marcel Deprez.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie des expériences que j'ai faites, il y a déjà des années, avec un appareil hydraulique, en vue de la démonstration expérimentale du mouvement de rotation de la Terre.

» L'appareil se composait simplement d'un entonnoir à section annulaire, qui était constitué par deux tubes concentriques fermés à la partie inférieure et portant vers cette partie huit tuyaux rayonnants, soutenus par un tourteau en forme d'étoile. Cet

entonnoir reposait, par sa partie supérieure, sur une colonne centrale plantée bien verticalement au milieu d'un bassin et au bout de laquelle j'avais donné un coup de pointeau, dans le fond duquel entrait un pivot portant la plaque qui fermait le tube conique intérieur. Entre la colonne et le tube intérieur, existait un espace de quelques centimètres, afin que l'entonnoir pût osciller librement sans heurter la colonne et pût tourner sur ce pivot autour d'elle.

» De l'eau, arrivant d'un réservoir sous une certaine pression, tombait bien verticalement au centre de l'entonnoir, qu'il remplissait et, des huit tuyaux, sortaient des jets d'eau continus sous la pression de sa colonne d'eau. Le débit du tuyau d'arrivée de l'eau était exactement réglé pour que l'entonnoir fût toujours plein.

» Afin qu'il ne se produisît pas un couple de réaction, qui aurait pu faire tourner l'appareil soit dans un sens, soit dans l'autre, suivant le sens de ce couple, les tuyaux rayonnants étaient disposés bien exactement, deux à deux, suivant des diamètres de l'entonnoir et leurs axes venaient rencontrer exactement la ligne passant par le pivot et par le centre de gravité de l'appareil.

» Comptant sur la force d'inertie tangentielle de la masse d'eau passant dans les tuyaux à une grande vitesse, je pensais que l'appareil, avec ses huit jets, se fixerait par rapport à l'espace, tout en participant au mouvement général autour de l'axe terrestre, et qu'il prendrait un mouvement de rotation relatif autour de sa colonne, en sens inverse de la rotation de la Terre, mouvement dont la vitesse aurait dû être d'un tour en vingt-quatre heures de temps vrai, divisées par le sinus de la latitude du lieu, plus un retard dû au frottement du pivot, que je croyais négligeable; mais le frottement était encore trop fort, et l'appareil ne tournait ni dans un sens, ni dans l'autre.

» Lorsque je vis que cet appareil ne donnerait pas les résultats que j'avais espérés au point de vue de la démonstration physique du mouvement de rotation de la Terre, je fis plusieurs expériences intéressantes, entre autres les deux suivantes :

» Les orifices extérieurs des tuyaux étant bouchés et l'entonnoir étant plein d'eau, lorsque j'imprimais, avec la main, un mouvement de rotation à l'appareil et que, ensuite, je l'abandonnais à lui-même, il tournait sur son pivot comme une roue ordinaire, comme un volant pouvant emmagasiner de la force vive, et ne s'arrêtait que lorsque le frottement du pivot avait épuisé toute son énergie; mais, dès que les tuyaux étaient débouchés et que l'eau en jaillissait en jets continus, il m'était impossible de lui donner un mouvement de rotation et, lorsque je l'abandonnais à lui-même, il s'arrêtait.

» Les tuyaux étant bouchés et l'entonnoir plein d'eau, la moindre secousse, un faible vent le faisait osciller comme un pendule; mais, lorsque l'eau coulait par les tuyaux, je ne pouvais le faire osciller; dès que je l'écartais de la verticale et que je le lâchais de la main, la force vive de l'eau réagissant suivant les axes des tuyaux et s'ajoutant à l'action de la pesanteur sur son centre de gravité, le forçait, après une seule oscillation, à revenir à sa position naturelle et ramenait les tuyaux dans leur plan horizontal, en se raidissant, et les jets d'eau sortaient alors comme si l'entonnoir avait fait corps avec la colonne centrale.

» On conçoit, en effet, qu'il faut un certain temps à la force pour qu'elle se communique tangentiellement à la molécule d'eau qui sort de l'entonnoir sans vitesse angulaire, et comme cette molécule passe avec une grande rapidité dans les tuyaux, elle ne peut en prendre, de cette force, qu'une quantité inappréciable, et d'autant moins que sa vitesse est plus grande [1].

» Je ne crois pas qu'il existe un autre appareil qui, étant librement suspendu et pouvant tourner sur un pivot très fin, ne puisse pas osciller, ni prendre le mouvement de rotation et la force vive que l'on veut lui communiquer. »

L'auteur termine sa Note par la description de l'avant-projet d'une fontaine monumentale qui, « tout en participant au mouvement général autour de l'axe terrestre, se fixerait par rapport à l'espace, et, par conséquent, tournerait sur elle-même en sens inverse du mouvement de rotation de la Terre.

M. **Aug. Fabre** adresse un Mémoire intitulé : « Intégration de l'équation aux dérivées partielles du premier ordre, à une fonction x et à n variables indépendantes $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n$ ».

« Ce Mémoire, dit l'auteur, renferme l'exposé d'une méthode expéditive *nouvelle* pour arriver à l'intégrale générale d'une équation

$$(A) \qquad u(x, x_1, x_2, \ldots, x_n, \rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_n) = 0,$$

aux dérivées partielles du premier ordre, à une fonction x et à n variables indépendantes. Dès que l'on connaît une intégrale complète de l'équation (A) on peut, à l'aide de cette méthode, en déduire l'intégrale générale.

» Plusieurs voies se présentant pour arriver à une solution complète de l'équation aux dérivées partielles, j'ai cru utile d'indiquer celle qui mène le plus directement à l'intégrale générale. Je traite uniquement le cas où la fonction x n'entre pas dans l'équation, l'autre cas se ramenant aisément à celui-ci.

» Trois applications suivent le Mémoire. »

(Commissaires : MM. Darboux, E. Picard, Appell).

---

[1] Abstraction faite du moment d'inertie de la masse métallique du système mobile.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne communication de nouvelles dépêches de condoléances adressées à l'Académie, à l'occasion de la mort de M. *Pasteur* :

Par le Centre pharmaceutique brésilien.
Par les Médecins du village de Mirgorod (Russie).
Par la Société des Médecins de Théodosie.
Par la Société médicale de Charkow.
Par la Société royale de Naples.

M. **Fizeau** présente à l'Académie, au nom du P. *Colin*, une photographie de l'observatoire de Tananarive (île de Madagascar).

M. J. **Janssen**, en présentant, au nom du Bureau des Longitudes, le Volume de la *Connaissance des Temps pour* 1898, s'exprime comme il suit :

« Ce Volume forme le deux-cent-vingtième de la Collection qui a été commencée en 1679 par Picard et qui depuis n'a jamais eu d'interruption. On voit que notre éphéméride est en avance de trois années.

» On sait que le Rédacteur de la *Connaissance des Temps* et ses collaborateurs, sous l'inspiration du Bureau des Longitudes, sont parvenus à faire de cet éphéméride le plus complet des Recueils du même genre et ils travaillent constamment à l'améliorer et à l'enrichir.

» Pour le présent Volume, nous avons à signaler les améliorations suivantes :

» Aux Tables concernant les satellites des Planètes, on a ajouté, pour Mars, une Table donnant les éléments qui permettent de calculer la position de ses satellites à un moment donné;

» Celles de Jupiter se sont enrichies de nouveaux diagrammes, indiquant l'entrée des satellites dans l'ombre de la planète;

» Dans l'éphéméride des étoiles fondamentales, on a donné l'éclat des étoiles supérieures à la première grandeur en prenant pour unité celui d'Aldébaran.

M. **Fizeau** ajoute les observations suivantes :

« En présentant le nouveau Volume de la *Connaissance des Temps*, pour 1898, au nom du Bureau des Longitudes, on a signalé de nouvelles Tables de variations périodiques des intensités des étoiles. Je demande la permission de rappeler, à cette occasion, quelques textes anciens relatifs à l'éclat des principales étoiles du temps du patriarche Jacob et de Joseph.

» On trouve en effet, au Chapitre XXXVII de la Genèse, un songe de Joseph énoncé de la manière suivante :

» Vidi per somnium quasi solem et lunam et stellas undecim adorare me.

» Quod cum patri suo et fratribus retulisset, increpavit eum pater suus et dixit : Quid sibi vult hoc somnium quod vidisti? num ego et mater tua et fratres adorabimus te super terram?

» Le sens des onze étoiles, du Soleil et de la Lune adorant Joseph n'est guère douteux; il s'agit des astres dépassant les autres par l'éclat de leur lumière sur la voûte céleste, dans ces temps reculés (environ 2000 ans avant notre ère).

» Ajoutons qu'à une époque moins éloignée de nous (1er siècle de notre ère) une énumération analogue des astres les plus éclatants se trouve dans l'Apocalypse de saint Jean, Chapitre II :

» Apertum est templum Dei in cœlo, et signum magnum apparuit : mulier amicta sole et luna sub pedibus ejus, et in capite ejus corona stellarum duodecim.

» Ces citations des anciens peuvent se résumer ainsi, quant aux astres les plus remarquables par l'intensité de leur lumière, observés à l'œil nu dans notre hémisphère (boréal) : le Soleil, la Lune et une douzaine environ d'étoiles.

» Et que trouve-t-on de nos jours dans les évaluations courantes faites par les astronomes sur l'éclat des principales étoiles?

» Sirius, Orion, Rigel, Aldébaran, la Chèvre, la Lyre, Arcturus, Antarès, la Vierge, Régulus, Altaïr, Procyon, Castor; c'est-à-dire à très peu près le même nombre d'étoiles mentionnées par les anciens depuis (4000 ans), surpassant en éclat les milliers d'astres aperçus à l'œil nu sur la voûte du Ciel : au reste, cette constance moyenne n'exclut pas de petites variations à courtes périodes observées et mesurées aujourd'hui avec précision et d'une grande importance pour les théories astronomiques. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *S. Kantor*, intitulée : « Theorie der endlichen Gruppen von eindeutigen Transformationen in der Ebene ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations linéaires aux dérivées partielles*. Note de M. **H. von Koch**, présentée par M. Picard.

« Le but de cette Note est d'indiquer succinctement quelques résultats relatifs aux équations de la forme

$$(1) \qquad ax^2\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + 2bxy\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} + cy^2\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} + px\frac{\partial z}{\partial x} + qy\frac{\partial z}{\partial y} + \varphi z = 0,$$

a, b, c désignant des constantes réelles vérifiant la condition

$$ac - b^2 > 0,$$

p et q des constantes quelconques et φ une fonction de x et y assujettie à la seule condition d'être développable dans un domaine donné C, selon les puissances positives et négatives (en nombre fini ou infini) de x et y :

$$(2) \qquad \varphi(x, y) = \sum_{\alpha=-\infty}^{+\infty} \sum_{\beta=-\infty}^{+\infty} A_{\alpha\beta} x^\alpha y^\beta.$$

» I. *On peut trouver une intégrale de l'équation* (1) *de la forme*

$$(3) \qquad x^\rho y^\mu \sum_{\alpha,\beta} G_{\alpha\beta}^{(\rho\mu)} x^\alpha y^\beta,$$

ρ *et* μ *étant deux constantes arbitraires liées par une seule équation*

$$D(\rho, \mu) = 0$$

et la série (3) *étant convergente dans le même domaine* C *que la série* (2) *et ne s'annulant pas identiquement.*

» Cette série converge d'ailleurs uniformément par rapport à ρ et μ dans un domaine fini quelconque. On peut donc la différentier terme par terme et l'on obtient ainsi des intégrales nouvelles contenant $\log x$ et $\log y$ à des puissances aussi élevées qu'on le voudra.

» Quant à D (ρ, μ), c'est une fonction entière transcendante de ρ et μ, périodique de période 1 par rapport à chacune de ces variables. Attribuons à μ une valeur fixe quelconque μ_0 et considérons, dans le plan où l'on

représente ρ, une bande quelconque B limitée par deux parallèles découpant sur l'axe réel une longueur égale à *un*. Dans cette bande, la fonction $D(\rho, \mu_0)$ admet une infinité de couples de racines que nous désignerons par

$$(4) \qquad \rho_k, \sigma_k \qquad (k = -\infty \ldots +\infty).$$

» Considérons, d'autre part, la fonction du second degré

$$\theta(\rho, \mu) = a\rho(\rho - 1) + 2b\rho\mu + c\mu(\mu - 1) + p\rho + q\sigma + A_{00}$$

et désignons par

$$(4') \qquad \overline{\rho_k}, \overline{\sigma_k} \qquad (k = -\infty \ldots +\infty)$$

les racines des équations

$$\theta(\rho + r, \mu + m) = 0 \qquad (r, m = -\infty \ldots +\infty)$$

situées dans la bande B. On aura ce théorème :

$$\lim_{k=\pm\infty}(\rho_k - \overline{\rho_k}) = 0, \lim(\sigma_k - \overline{\sigma_k}) = 0,$$

ce qui donne les valeurs asymptotiques des ρ_k, σ_k pour les grandes valeurs de k.

» II. Supposons d'abord que toutes les racines (4) soient *distinctes* pour $\mu_0 = 0$. Chacune des fonctions en nombre infini

$$(5) \qquad \left\{ \begin{aligned} u_k &= x^{\rho_k} \sum_{\alpha,\beta} G_{\alpha\beta}^{(\rho_k, 0)} x^\alpha y^\beta \\ v_k &= x^{\sigma_k} \sum_{\alpha,\beta} G_{\alpha\beta}^{(\sigma_k, 0)} x^\alpha y^\beta \end{aligned} \right\} (k = -\infty \ldots +\infty)$$

représentera une intégrale de l'équation (1) et l'on pourra démontrer le théorème suivant :

» *Toute intégrale de l'équation* (1), *holomorphe dans le voisinage d'un point donné* (x_0, y_0 *de* C), *peut s'exprimer par une série uniformément convergente* (*dans le voisinage de* x_0, y_0) *de la forme*

$$\Sigma_i \Sigma_k (c_{ik} u_k + c'_{ik} v_k),$$

les c_{ik} et c'_{ik} désignant des constantes.

» D'après un théorème de M. Picard, toute intégrale de l'équation (1) est analytique. Le théorème énoncé revient donc à dire que *les intégrales* (5) *forment un système fondamental d'intégrales* de l'équation (1),

ou, en d'autres termes, que toute intégrale de (1) peut s'exprimer linéairement et avec des coefficients constants au moyen des intégrales (5).

» Voici donc une analogie frappante entre la théorie de l'équation (1) et celle des équations linéaires à une seule variable indépendante.

» III. Nous supposions plus haut que les racines (4) étaient distinctes; dans le cas contraire, on aura à introduire des logarithmes dans l'expression des intégrales, et l'analogie signalée subsistera parfaitement.

» Dans le cas où la fonction $\varphi(x, y)$ est *holomorphe* dans le voisinage de $x = 0, y = 0$, on aura

$$\rho_k = \overline{\rho_k}, \qquad \sigma_k = \overline{\sigma_k} \qquad\qquad (k = -\infty \ldots +\infty),$$

et chacune des intégrales (5) ne contiendra qu'un nombre limité de puissances négatives de x et de y. Ce cas correspond donc au cas *régulier* dans la théorie de M. Fuchs.

» Je remarque enfin que les résultats précédents, auxquels je suis arrivé à l'aide d'une théorie générale des déterminants infinis, peuvent s'étendre à des équations analogues à (1) et d'ordre pair quelconque. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces dont les lignes de courbure forment un réseau à invariants tangentiels égaux.* Note de M. **A. Thybaut**, présentée par M. Darboux.

« La détermination des surfaces dont les lignes de courbure forment un réseau à invariants tangentiels égaux (nous les appellerons *surfaces* S) dépend, comme la détermination des surfaces isothermiques, de la résolution d'une équation aux dérivées partielles du quatrième ordre.

» Mais les surfaces qu'on peut déduire des surfaces S par l'inversion ne possèdent pas en général la même propriété.

» On peut déterminer toutes les surfaces S dont les surfaces inverses sont aussi des surfaces S. Le problème dépend dans ce cas d'une équation aux dérivées partielles du second ordre et peut être entièrement résolu.

» Soient S et S_1 deux surfaces S inverses par rapport à l'origine O des coordonnées, soit a la puissance d'inversion.

» Prenons sur les surfaces deux points correspondants M, M_1 et considérons les surfaces Σ, Σ_1 respectivement polaires réciproques de S et S_1 par rapport à une sphère de centre O et de rayon $\sqrt{\frac{a}{2}}$. Le point A qui correspond à M_1 se trouve sur la normale en M à la surface S et OA = AM. De

même, le point A_1 est sur la normale en M_1 à la surface S_1 et $OA_1 = A_1M_1$.

» Les surfaces Σ, Σ_1 se correspondent par plans tangents parallèles et les réseaux conjugués correspondant aux lignes de courbure de S et de S_1 sont à invariants ponctuels égaux. Les surfaces Σ et Σ_1 sont donc respectivement les développées moyennes de S et de S_1. En conséquence, d'après une remarque de M. Darboux, chacune d'elles correspond à une surface minima par orthogonalité des éléments. Soient T, T_1 les deux surfaces minima.

» Les surfaces Σ, Σ_1, T_1 sont trois des onze surfaces que M. Darboux associe à la surface T dans l'étude de la déformation infiniment petite de cette surface (lorsque $a = -2$; S et S_1 font aussi partie des onze surfaces).

» On en déduit que T et T_1 sont les focales d'une congruence rectiligne et que les asymptotiques des deux surfaces se correspondent.

» On peut démontrer réciproquement que tout couple de surfaces minima possédant ces propriétés fait connaître un couple de surfaces inverses S.

» *La recherche des couples de surfaces inverses* S *est donc ramenée à la détermination des couples de surfaces minima* T, T_1.

» Nous emploierons les formules données par M. Darboux ([1]).

» La surface minima T est définie par les formules

$$(1)\quad \begin{cases} x = i\displaystyle\int \frac{A^2-1}{A'}\,da - i\int \frac{B^2-1}{B'}\,db, & \theta_1 = \dfrac{A+B}{\sqrt{A'B'}}, \\ y = \displaystyle\int \frac{A^2+1}{A'}\,da + \int \frac{B^2-1}{B'}\,db, & \theta_2 = i\,\dfrac{B-A}{\sqrt{A'B'}}, \\ z = 2i\displaystyle\int \frac{A}{A'}\,da - 2i\int \frac{B}{B'}\,db, & \theta_3 = \dfrac{1-AB}{\sqrt{A'B'}}. \end{cases}$$

» On définit pour la surface T_1 des quantités analogues $x, y, z, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ par des formules (2), où A, B sont remplacées par A_1, B_1.

» Les asymptotiques des surfaces T, T_1 sont définies par les relations $a + b = \text{const.}$, $a - b = \text{const.}$; donc elles se correspondent.

» On exprime que T et T_1 sont focales d'une même congruence rectiligne en écrivant :

$$x - x_1 = \theta_3\sigma_2 - \theta_2\sigma_3$$

et deux analogues.

([1]) Darboux, *Leçons sur la Théorie des surfaces*, Livre VIII, n° 913.

» En développant ces égalités et en écrivant que la puissance d'inversion est a, on trouve les conditions

$$(3)\qquad \frac{(\mathrm{A}-\mathrm{A}_1)^2}{\mathrm{A}'\mathrm{A}'_1} = \frac{(\mathrm{B}-\mathrm{B}_1)^2}{\mathrm{B}'\mathrm{B}'_1} = -\frac{a}{4},$$

qui sont nécessaires et suffisantes.

» Les coordonnées du point A_1 sont en général $\frac{\theta_1}{\omega}, \frac{\theta_2}{\omega}, \frac{\theta_3}{\omega}$; celles du point A sont données par la formule

$$(4)\qquad \sigma_1\omega = \int\left(\theta_1\frac{\partial\omega}{\partial a} - \omega\frac{\partial\theta_1}{\partial a}\right)db + \left(\theta_1\frac{\partial\omega}{\partial b} - \omega\frac{\partial\theta_1}{\partial b}\right)da$$

et par deux formules analogues.

» La surface S est l'enveloppe du plan dont l'équation est

$$\theta_1 x + \theta_2 y + \theta_3 z - \frac{a}{2}\omega = 0.$$

» La surface S_1 est l'enveloppe du plan dont l'équation est

$$\sigma_1 x + \sigma_2 y + \sigma_3 z - \frac{a}{2\omega} = 0.$$

» La fonction ω est donnée par l'une des formules (4); d'où l'on tire

$$\frac{d\omega}{\omega} = \int\frac{\frac{\partial(\theta_1+\sigma_1)}{\partial(a+b)}}{\theta_1-\sigma_1}\,d(a+b) + \int\frac{\frac{\partial(\theta_1-\sigma_1)}{\partial(a-b)}}{\theta_1+\sigma_1}\,d(a-b),$$

et l'indice 1 peut être remplacé par l'un des indices 2 ou 3.

» Les quantités θ et σ sont définies par les formules (1), (2), (3).

» On peut démontrer les propriétés géométriques suivantes :

» *Chacune des surfaces* S, S_1 *a même représentation sphérique de ses lignes de courbure qu'une surface minima (les deux surfaces minima ainsi définies sont les adjointes de* T *et* T_1).

» *Les asymptotiques de l'une des deux surfaces* S, S_1 *correspondent sur l'autre à un réseau conjugué à invariants ponctuels égaux. Réciproquement, si deux surfaces inverses sont telles qu'aux asymptotiques de l'une corresponde un réseau conjugué de l'autre, les deux réseaux conjugués sont à invariants ponctuels égaux, et les surfaces sont des surfaces* S.

» De l'égalité OA = AM donnée précédemment on déduit le résultat suivant :

» *Si une surface est telle que la demi-somme de ses rayons de courbure en un point* M *soit égale à la distance d'un point fixe* O *au point* A *correspon-*

dant de la développée moyenne, toute surface inverse par rapport au point O *possède la même propriété; la première surface et les surfaces inverses sont des surfaces* S.

» Cette dernière propriété est un cas particulier de la suivante :

» *On peut déterminer toutes les surfaces dans lesquelles* $AM = \sqrt{OA^2 + k}$ (*k est une constante quelconque*); *toutes ces surfaces sont des surfaces* S.

» Dans une Note prochaine, je montrerai les liens qui rattachent tous ces problèmes à la déformation de certains paraboloïdes. »

OPTIQUE. — *De la double réfraction elliptique et de la tétraréfringence du quartz dans le voisinage de l'axe.* Note de M. G. QUESNEVILLE.

« Il y a une distinction fondamentale à établir entre les cristaux biréfringents qui acquièrent, comme le spath d'Islande, la réfraction elliptique dans un champ magnétique, et le quartz dans le voisinage de l'axe.

» La théorie d'Airy, pas plus que celle que nous donnons aujourd'hui, ne convient aux premiers cristaux. Pour ceux-ci, on doit se reporter à la théorie que nous avons donnée en 1889, dans le *Moniteur scientifique*. Pour le quartz, on doit admettre que le phénomène primordial, produit dans la lumière convergente comme dans la lumière parallèle, est la rotation du plan primitif de polarisation, quand la lumière incidente est polarisée rectilignement. Par suite, ce plan primitif de polarisation intervient dans l'orientation des deux ellipses de l'entrée. Pour qu'il puisse en être ainsi, il faut que les deux ellipses d'Airy *de l'entrée* soient remplacées par les suivantes, dans un cristal dextrogyre

$$\rho = \frac{p}{p+q}\sin \text{cot}, \qquad \rho' = \frac{q}{p+q}\sin \text{cot},$$
$$\sigma = \frac{\sqrt{pq}}{p+q}\cos \text{cot}, \qquad \sigma' = \frac{-\sqrt{pq}}{p+q}\cos \text{cot},$$

dans lesquelles

$$p = \sin^2 i + K^2\cos^2 i, \qquad q = \cos^2 i + K^2 \sin^2 i,$$

i étant l'angle que fait le plan primitif de polarisation avec la normale à la section principale du cristal.

» Nos expériences, d'un autre côté, nous ont montré que l'hypothèse d'Airy sur l'orientation des ellipses était exacte, mais *à la sortie*. Il y a donc

transformation d'ellipses ayant une certaine orientation, en ellipses ayant une autre orientation. Cette transformation ne s'accomplit que quand les deux ellipses d'une première zone, dite par nous *de polarisation rotatoire,* cessent de pouvoir être considérées comme superposées, comme sont superposés les deux cercles de Fresnel suivant l'axe.

» Mais, en vertu du principe du parallélogramme des forces, une ellipse ayant une certaine orientation ne peut être transformée en une ellipse ayant une autre orientation et parcourue dans le même sens, à moins que celle-ci ne soit accompagnée d'une ellipse en croix et parcourue en sens contraire. D'où la tétraréfringence du quartz, conséquence nécessaire de l'orientation différente des ellipses à l'entrée et à la sortie, quand la lumière incidente est polarisée rectilignement. L'orientation étant la même à l'entrée et à la sortie quand la lumière incidente est circulaire, le quartz est biréfringent dans ce dernier cas.

» C'est ce principe que MM. Mallard et Gouy ont méconnu, lorsqu'ils ont voulu attribuer au pouvoir rotatoire la possibilité de modifier l'orientation des ellipses. Il n'en est rien. L'expérience montre qu'un rayon elliptique, pénétrant dans un milieu qui *possède le pouvoir rotatoire seul,* est toujours remplacé par *deux rayons circulaires parcourus en sens contraire.* Tel est le rôle joué par le pouvoir rotatoire, et il n'y en a pas d'autre.

» Le quartz étant tétraréfringent, on pourrait craindre une complication trop grande des formules; mais celles-ci se simplifient rapidement. Dans un analyseur, par exemple, quand la lumière incidente est polarisée rectilignement, la formule fondamentale d'Airy

$$I_y = \left[\cos S_1 \cos\frac{g-d}{2} + \frac{2K}{1+K^2}\sin S_1 \sin\frac{g-d}{2}\right]^2 + \left(\frac{1-K^2}{1+K^2}\right)^2 \cos^2(2i_1 - S_1)\sin^2\frac{g-d}{2}$$

devient la suivante

$$I_y = \left[\cos(S_1 - R_k)\cos\frac{\varepsilon - o}{2} + \frac{2K}{1+K^2}\sin(S_1 - R_k)\sin\frac{\varepsilon - o}{2}\right]^2 + \left(\frac{1-K^2}{1-K^2}\right)^2 \cos^2(2i_1 - S_1 - R_k)\sin^2\frac{\varepsilon - o}{2},$$

R_k désignant la rotation du plan primitif de rotation dans la lumière convergente, qui manque dans la formule d'Airy, puisqu'il n'en avait pas tenu compte.

» L'étude de la tache en croix au *minimum d'éclairement* prouve

l'inexactitude de la formule d'Airy. Elle est donnée, en effet, par les deux équations simultanées

$$\cos^2(S_1 - R_1) = 0, \qquad \cos^2(2i_1 - S_1 - R_k) = 0,$$

et non, comme on l'enseignait jusqu'ici, par les suivantes

$$\cos^2(S_1 - R_1) = 0, \qquad \cos^2(2i_1 - S_1) = 0.$$

» Pour le voir immédiatement, il suffit d'examiner les rayons voisins de l'axe ($R_k = R_1$), et de remarquer que la tache centrale est *circulaire* pour les lames épaisses, alors que la formule d'Airy ne permet de concevoir qu'une tache à deux branches rectilignes.

» Enfin, dans le dernier problème (deux lames de quartz égales et de signe contraire) traité par Airy, sa théorie sombre définitivement. Sa formule est la suivante :

$$I_y = \left(\frac{1 - K^2}{1 + K^2}\right)^2 \sin^2\frac{g-d}{2}\left(2\sin 2i_1 \cos\frac{g-d}{2} - \frac{4K}{1+K^2}\cos 2i_1 \sin\frac{g-d}{2}\right)^2.$$

» Notre théorie nous conduit, au contraire, à

$$I_y = \frac{1}{4}\left[\frac{(1-K)^2}{1+K^2}\right]^2 \sin^2 2R_K + \left(\frac{1-K^2}{1+K^2}\right)^2 \sin^2\frac{\varepsilon - o}{2}$$
$$\times \left[2\sin(2i_1 - \rho_K)\cos\frac{\varepsilon - o}{2} - \frac{4K}{1+K^2}\cos(2i_1 - \rho_K)\sin\frac{\varepsilon - o}{2}\right]^2.$$

» Or l'expérience nous montre qu'il existe une plage centrale colorée dans la lumière blanche, donnée par le terme

$$\frac{1}{4}\left[\frac{(1-K)^2}{1+K^2}\right]^2 \sum \sin^2 2R_K,$$

terme qui manque dans la théorie d'Airy.

» En outre, comme on l'a enseigné jusqu'ici dans tous les Ouvrages classiques, la formule d'Airy prouve l'existence simultanée de *cercles* et de *spirales*. Or les épreuves photographiques, faites conformément à notre demande par M. Werlein, nous prouvent, conformément à notre formule, que *les cercles n'ont jamais existé*. Si l'on se reporte à la *fig.* 4, *Pl. III*, du dernier Ouvrage de M. Mascart, faite aussi d'après une épreuve photographique, on constatera qu'il n'y a pas trace de cercle. Donc, toutes les figures schématiques faites jusqu'ici sont inexactes et la théorie qui conduisait à ces résultats ne saurait continuer à être enseignée. »

CHIMIE. — *Sur le dosage de l'argon.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« Dès que l'argon a été découvert, on s'est demandé si, comme les autres éléments de l'atmosphère, il intervient dans les phénomènes de la vie. Les quelques expériences faites jusqu'ici sur ce point ont donné des résultats négatifs : MM. G. Macdonald et A.-M. Kellas ont cherché l'argon dans la constitution de certains animaux et de certaines graines; ils ne l'y ont pas rencontré en quantité appréciable. Cependant le sujet n'est pas épuisé et l'on examinera sans doute encore si, en particulier, l'argon joue un rôle dans la synthèse végétale. Pour une semblable étude, il peut être utile de savoir déterminer avec précision l'argon contenu dans une atmosphère donnée. J'ai tenté cette détermination ; je m'y suis attaché d'autant plus qu'en dehors de toute recherche physiologique, le dosage de l'argon, appliqué à l'air normal, présente sans aucun doute de l'intérêt.

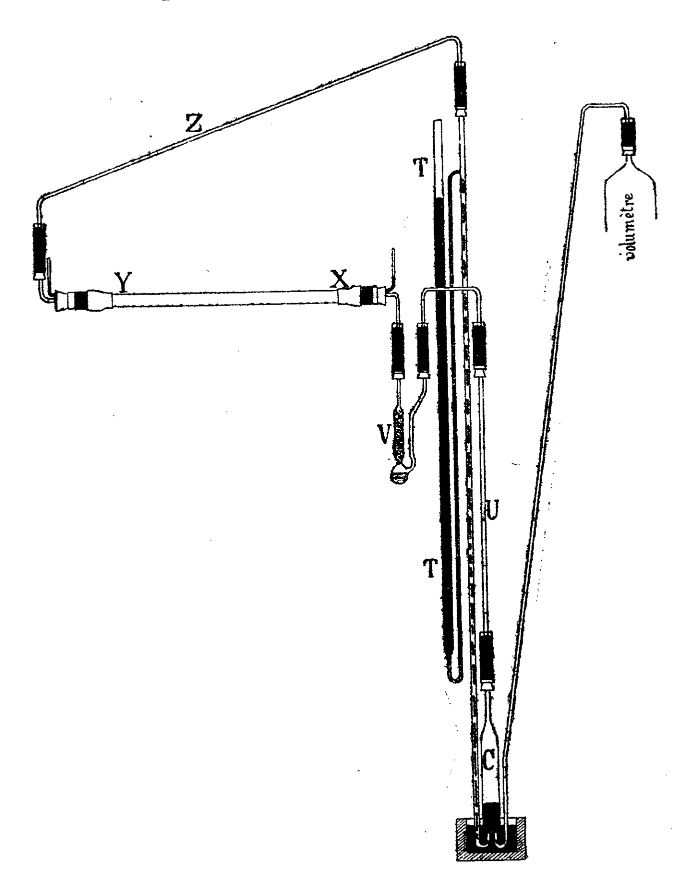
» On est assez naturellement porté à doser l'argon, vu sa rareté, sur de très grands volumes d'air. Mais la mesure et le maniement de très grands volumes gazeux conduit d'ordinaire à les mettre en contact avec l'eau, d'où résultent presque toujours des erreurs sensibles. Il est possible d'arriver à de bons résultats en opérant seulement avec des volumes d'air correspondant à environ $1^{lit},5$ d'azote et faisant toutes les mesures sur le mercure. On emploie alors, en vue de la séparation de l'argon et de l'azote, un ensemble d'appareils de capacité restreinte, où il devient aisé de produire le vide, aussi bien avant l'introduction qu'après l'extraction du gaz à mesurer, ce qui constitue une ressource des plus précieuses.

» A l'exemple de Lord Rayleigh et du Professeur Ramsay, pour isoler l'argon contenu, par exemple, dans l'air normal, j'absorbe l'azote de cet air par le magnésium, après en avoir éliminé l'oxygène et l'acide carbonique. Le dispositif est le suivant :

» L'air, appelé du dehors par une trompe à mercure, traverse un tube de verre de Bohême, maintenu au rouge vif et contenant du cuivre et de l'oxyde de cuivre. Le gaz passe ensuite dans un tube à potasse concentrée et est introduit par la trompe dans un volumètre où il est exactement mesuré.

» A côté du volumètre se trouve la partie des appareils où ira s'absorber l'azote du mélange d'azote et d'argon qu'on vient de préparer. Ce mélange sera conduit, par un tube à dégagement capillaire attenant au volumètre, sous une cloche C plongeant dans la petite cuve d'une trompe à mercure T. La cloche est surmontée d'un tube de verre

vertical U, haut de $0^{m},80$ relié à sa partie supérieure avec un petit tube à acide sulfurique bouilli V, lequel est lui-même relié à l'extrémité X d'un tube XY. Ce dernier, la pièce essentielle, est couché horizontalement au-dessus d'une rampe à gaz; il contient du magnésium et de l'oxyde de cuivre; son extrémité Y communique, par un long tube capillaire Z, avec le haut de la trompe à mercure T. Tous les joints sont noyés dans du mercure; l'appareil tient parfaitement le vide.



» Au moyen de la trompe T, on fait le vide dans le système formé par C, U, V, XY et Z; puis on coiffe l'orifice de la trompe par la cloche C et l'on porte XY au rouge. Le rouge atteint, on commence à envoyer, dans la cloche C, le gaz emmagasiné par le volumètre et l'on en règle le dégagement. La trompe le fait circuler sur le magnésium et l'oxyde de cuivre. L'azote s'absorbe; bientôt il a disparu et l'argon, à peu près seul, reste dans l'appareil. On éteint le feu sous XY; on dégage de la cloche C l'orifice de la trompe et on le coiffe avec une cloche à gaz, où l'on recueille l'argon. Après refroidissement suffisant de XY, on lave deux fois l'appareil avec de l'acide carbonique pur introduit en C, en faisant chaque fois le vide. Le gaz carbonique, amené dans la cloche avec l'argon au moyen de la trompe T, est éliminé par

un très faible volume de potasse. L'argon peut contenir de petites quantités de gaz combustibles et des traces d'azote. On l'en débarrasse en l'additionnant d'oxygène pur et le soumettant, en présence d'un peu de potasse, à l'étincelle d'une bobine Ruhmkorff, jusqu'à ce qu'il ne change plus de volume pendant plusieurs heures; après quoi, on absorbe l'excès d'oxygène par le phosphore et l'on mesure l'argon purifié dans un petit volumètre.

» Le tube XY peut être en verre de Bohême; mais, à la température qu'il doit atteindre, il s'écrase quand la pression interne devient faible. On arrive à le soutenir convenablement en introduisant à l'intérieur un cylindre de tôle de fer qu'on façonne à la demande de chaque tube. Il est bien plus commode de remplacer le verre par la porcelaine, émaillée sur ses deux faces, et surtout par l'acier. J'ai d'abord craint que l'acier ne fût quelque peu perméable à chaud pour l'air extérieur, lorsque le vide serait fait; mais l'expérience a montré que les tubes d'acier fondu, étirés à froid, de 3^{mm} d'épaisseur, auxquels j'ai eu recours, étaient tout à fait étanches, même au rouge.

» Le procédé a été vérifié avec soin.

» 1° On s'est demandé si l'argon, traité comme il vient d'être dit, était suffisamment purifié. Pour le savoir, on a pris des échantillons de ce gaz obtenus dans des dosages précédents; on y a ajouté de l'oxygène et on les a soumis à l'action de l'étincelle, en présence de potasse, pendant huit heures; puis l'oxygène a été éliminé par le phosphore et le résidu gazeux mesuré de nouveau. J'ai trouvé, par exemple : volume initial, $15^{cc},796$; volume final, $15^{cc},802$; la différence, très petite, est de l'ordre des erreurs de mesure.

» 2° J'ai fait la vérification, pour ainsi dire globale, du procédé. J'ai préparé de l'azote chimique, en faisant passer sur du cuivre et de l'oxyde de cuivre au rouge vif du protoxyde d'azote obtenu par la décomposition de l'azotate d'ammoniaque. J'ai mesuré cet azote, après y avoir ajouté un volume rigoureusement déterminé d'argon provenant d'un dosage conduit ainsi qu'on l'a vu. La proportion des deux gaz était du même ordre que dans l'air. Le mélange a subi toutes les opérations et manipulations indiquées. J'ai comparé le volume de l'argon introduit à celui de l'argon retrouvé. Trois essais de ce genre ont donné :

	Mélange gazeux introduit.			Perte	
	Argon.	Azote chimique.	Argon retrouvé.	totale.	pour 100 d'argon introduit.
	cc	cc	cc	cc	cc
1°.....	18,138	1395,6	18,008	0,130	0,72
2°.....	18,155	1409,2	18,083	0,072	0,40
3°.....	16,936	[illegible]38,1	16,809	0,127	0,75

» Les chiffres ci-dessus fournissent une idée de l'approximation obtenue. Je reviendrai sur la cause de la petite perte constatée et rendrai compte aussi des dosages effectués tant sur l'air normal que sur d'autres mélanges gazeux tels que ceux qu'on extrait du sol. Aujourd'hui, je dirai seulement que l'air normal m'a fourni en moyenne (nombre trouvé, sans correction) $1^{vol},183$ d'argon pour 100 volumes d'azote atmosphérique (azote et argon), soit $0^{vol},935$ pour 100 volumes d'air, chiffres qui doivent être approchés par défaut à moins de $\frac{1}{100}$ de leur valeur. »

CHIMIE. — *Sur l'action de l'acide chlorhydrique sur le cuivre.* Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Friedel.

« La décomposition de l'acide chlorhydrique par le cuivre, avec mise en liberté d'hydrogène, est si peu manifeste et si lente qu'elle a été souvent méconnue. Elle a été toutefois signalée par divers savants et notamment par M. Berthelot [1] qui s'exprime ainsi à ce sujet : « J'ai vérifié cette dé-
» composition à bien des reprises, toutes les fois que j'ai conservé, en pré-
» sence du cuivre, les solutions acides de chlorure cuivreux destinées à
» absorber l'oxyde de carbone. » J'ai été conduit, par les recherches que je poursuis depuis plusieurs années, à étudier plus complètement cette réaction.

» L'acide chlorhydrique, en solution saturée à 15°, est décomposé par le cuivre assez rapidement pour que le dégagement d'hydrogène puisse être montré dans un cours; en opérant l'attaque dans un flacon muni d'un tube de dégagement, on peut remplir une éprouvette d'hydrogène, en quelques minutes. Si l'on a soin d'ajouter un peu de chlorure de platine à l'acide, de manière à déterminer un dépôt de platine sur le cuivre, la réaction devient tumultueuse, avec élévation considérable de la température. Dans l'un et l'autre cas, la réaction ne tarde pas à s'arrêter en apparence; elle se poursuit en réalité, avec une extrême lenteur pendant plusieurs années.

» Pour suivre le phénomène, j'ai disposé de la tournure de cuivre dans une série de flacons bouchés et munis d'un tube à dégagement permettant de recueillir l'hydrogène et j'ai rempli ces flacons d'acide chlorhydrique à divers degrés de concentration; j'ai analysé les liquides, à deux reprises, après six mois et après dix-huit mois. J'ai observé les faits suivants :

» 1° La décomposition de l'acide chlorhydrique par le cuivre n'a plus

---

[1] *Mécanique chimique*, t. II, p. 524.

lieu lorsque 10^{cc} de la solution d'acide renferment moins de 48,8 à 49 milli-molécules de HCl; une pareille solution a pour densité 1083 et répond sensiblement à la composition $HCl + 10H^2O$.

» 2° L'attaque devient extrêmement lente, lorsque le liquide est saturé de chlorure cuivreux, même lorsque l'acide répond à une concentration de beaucoup supérieure à celle représentée par la composition

$$HCl . 10H^2O;$$

en l'absence de chlorure cuivreux, de semblables acides réagissent rapidement sur le cuivre.

» Le phénomène se passe donc comme si l'acide chlorhydrique nécessaire pour maintenir le chlorure cuivreux en solution n'était plus susceptible de réagir sur le cuivre. Un phénomène du même ordre se passe avec le zinc et l'étain. Le zinc, par exemple, ne réagit plus qu'avec une extrême lenteur sur une solution saturée de chlorhydrate de chlorure de zinc renfermant un excès de cristaux de ce sel; un pareil liquide est pourtant très riche en acide chlorhydrique. La réaction de l'acide chlorhydrique saturé de chlorure cuivreux sur le cuivre se poursuit toutefois avec lenteur, comme il a été dit. On peut expliquer ce fait par les variations de température : un abaissement de température détermine un dépôt de chlorure cuivreux; lorsque la température s'élève, le liquide se trouve alors, relativement au chlorure cuivreux, plus riche en acide chlorhydrique et tend à se saturer de chlorure cuivreux; une partie du chlorure cuivreux se dépose par un nouveau refroidissement, et ainsi de suite. De fait, j'ai souvent observé un arrêt complet du dégagement d'hydrogène pendant quinze jours ou trois semaines et une reprise de ce dégagement après une élévation de la température. Les flacons étaient disposés dans un endroit où la température pouvait être maintenue entre 15° et 16° pendant la plus grande partie de l'année; la température n'a atteint 19° que pendant les fortes chaleurs.

» 3° L'analyse des liquides, à la température de 15° à 16°, a donné les résultats suivants, exprimés en milli-molécules d'acide et de sel contenues dans 10^{cc} de solution :

	Densité.	HCl.	Cu^2Cl^2.
I...........	(non déterminée)	48,8	6,1
II..........	1,19	54,4	7,4
III..........	1,27	68,9	10,8
IV..........	1,29	75	12,8
V..........	1,38	92	16

» 4° Ces résultats permettent de tracer la courbe de solubilité, à 15°-16°, du chlorure cuivreux dans l'acide chlorhydrique à des degrés divers de concentration.

» 5° Les analyses des liquides II, III, IV et V, maintenus pendant un an de plus en contact avec le cuivre, ont montré que la richesse en acide chlorhydrique et en chlorure cuivreux s'était abaissée dans chacun d'eux, suivant la courbe de solubilité ci-dessus. C'est ainsi que le liquide V ne renfermait plus que 86 d'acide chlorhydrique, le liquide IV 70,4, etc. On calcule, d'après ces résultats, qu'il faudrait, dans les conditions de l'expérience et en partant d'un acide chlorhydrique à 92 milli-molécules dans 10^{cc}, douze à quinze ans pour que la limite où la réaction s'arrête complètement soit atteinte.

» Le liquide I a été obtenu après deux ans de contact avec le cuivre, en partant d'un acide chlorhydrique à 50 milli-molécules d'acide dans 10^{cc}, préalablement saturé de chlorure cuivreux.

» 6° Lorsqu'on dirige un courant d'acide chlorhydrique gazeux dans de l'eau, en présence de cuivre et de chlorure cuivreux, la réaction est rapide, malgré la présence de ce dernier corps; l'acide chlorhydrique anhydre est donc toujours décomposé par le cuivre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la potasse et de l'éthylate de potassium sur la benzoquinone.* Note de M. **Ch. Astre**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 326), j'ai étudié l'action du potassium sur la benzoquinone en solution dans le benzène et dans l'éther, et signalé l'existence de deux dérivés potassiques quinhydroniques $(C^6H^3KOH)^2, C^4H^{10}O$ et $C^6H^3K{}^{O}_{O}K$, $C^6H^4{}^{O}_{O}K$. Voulant éviter l'action réductrice qui accompagne la réaction et qui donne naissance à des composés quinhydroniques, j'ai essayé d'opérer d'abord avec l'éthylate de potassium et puis avec la potasse en solution alcoolique.

» *Action de l'éthylate de potassium sur la benzoquinone.* — Lorsqu'à une solution très étendue de quinone dans l'éther, maintenue dans une atmosphère d'hydrogène, on ajoute de l'éthylate de potassium molécule à molécule, on obtient immédiatement un abondant précipité vert. Le corps ainsi obtenu est lavé à plusieurs reprises par décantation avec de l'éther anhydre, en évitant autant que possible le contact de l'air, après quoi on le recueille sur des assiettes poreuses disposées sous une cloche pneumatique à douille, remplie au préalable d'hydrogène, au-dessus de l'acide sulfurique et on fait v de

» Le produit bien désséché dans le vide sulfurique se présente sous la forme d'un corps amorphe, d'un beau vert. Inaltérable dans l'oxygène et l'air secs, il se modifie rapidement à l'air humide et devient d'abord gris brunâtre puis brun foncé.

» L'analyse, en centièmes, répond à la composition d'un composé quinonique renfermant les éléments d'une molécule de benzoquinone monopotassique et d'une molécule d'alcool.

» Les différents dosages du carbone et de l'hydrogène, effectués sur ce corps, nous ont toujours fourni des chiffres notablement faibles. Ce fait doit être attribué à un commencement de décomposition qui se produit au moment où l'on opère le mélange du corps avec l'oxydant employé pour la combustion, bichromate de potassium et chromate de plomb; nous avons, en effet, toujours observé, lors de ce mélange une odeur vineuse très manifeste.

» J'ai fait plusieurs essais en vue d'obtenir le dérivé bipotassique de la benzoquinone $C^6H^2K^2O^2$, mais l'altérabilité excessive du composé obtenu n'a pu me permettre d'en déterminer nettement la composition; j'ai dû me borner à étudier le produit d'oxydation de ce corps, le dérivé bipotassique peroxydé de la quinone, étude qui sera indiquée dans une prochaine Note.

» *Action de la potasse, en solution alcoolique, sur la benzoquinone.* — Les auteurs qui, jusqu'à ce jour, ont étudié cette action, se sont bornés, pour la plupart, à signaler les phénomènes de coloration que présente la quinone au contact des alcalis ([1]); M. Berthelot qui s'est également occupé de la question (*Ann. Ph. et Ch.*, 6e série, t. VII, p. 112), a déterminé la chaleur de neutralisation d'un équivalent de benzoquinone par un équivalent de soude, en présence de l'eau et a constaté qu'elle était bien supérieure à celle des polyphénols.

» L'étude des dérivés potassiques que peut donner la quinone en opérant avec une solution alcoolique de potasse a donné les résultats suivants :

» Quand on traite la benzoquinone par une solution alcoolique concentrée de potasse, il se produit un grand dégagement de chaleur; le mélange décrépite et la quinone se charbonne. Si l'on opère avec une dissolution très étendue d'une molécule de quinone dans l'alcool absolu, pour une molécule de potasse, on obtient une solution brun verdâtre qui, par l'addition d'éther anhydre, donne un précipité paraissant formé par le mélange de deux corps, l'un bleu, l'autre brun jaunâtre.

» Voulant éviter l'action altérante de l'alcool, action que nous avions eu l'occasion d'observer, j'ai repris l'opération, en faisant agir une solution alcoolique concentrée de potasse sur la benzoquinone en solution éthérée très étendue.

» Lorsqu'on ajoute, molécule à molécule, une solution alcoolique concentrée de potasse à une solution éthérée très étendue de quinone maintenue dans une atmosphère d'hydrogène, on observe immédiatement la formation d'un abondant précipité bleu

([1]) Hesse (*Rép. de Ch. pure*, t. III, p. 14; 1861) s'est borné à indiquer que les cristaux humides de quinone deviennent bleus au contact de la chaux vive et de la potasse et donnent une poudre bleue qui prend des reflets métalliques, comme l'indigo, quand on les frotte avec des corps polis.

cristallin. Ce précipité, assez longtemps lavé à l'éther anhydre, pour éliminer d'une manière à peu près complète toute trace d'alcool, est finalement recueilli sur des assiettes poreuses, placées au-dessus de l'acide sulfurique, sous une cloche pneumatique à douilles, préalablement remplie d'hydrogène, où l'on fait le vide.

» Le produit bien sec ainsi obtenu se présente sous la forme d'une masse cristalline d'un bleu très franc. Il s'altère rapidement à l'oxygène et à l'air humides en devenant d'abord gris brun, puis brun noirâtre. Au contact de l'eau et de l'alcool, il s'altère immédiatement et devient d'un brun noir.

» L'analyse, en centièmes, de ce composé, montre qu'il répond à la composition d'un corps formé par l'union des éléments d'une molécule d'eau et d'une molécule de benzoquinone monopotassique $C^6H^3KO^2.H^2O$.

» Les essais, effectués en vue d'obtenir le dérivé quinonique bipotassique, m'ont donné, comme avec l'éthylate de potassium, un corps dont l'extrême altérabilité n'a pu me permettre de l'obtenir à un état suffisant de pureté.

» J'ai pu cependant isoler un composé, dont la composition répond à celle d'un corps formé par l'union des éléments de deux molécules d'alcool et d'une molécule de quinone bipotassique, et cela en précipitant, par une grande quantité d'éther, la solution alcoolique obtenue en faisant agir un excès de potasse alcoolique sur la benzoquinone en solution dans l'alcool absolu.

» Ce dérivé bipotassique de la quinone, sur lequel nous reviendrons ultérieurement, me paraît, dès à présent, intéressant à signaler, car il se forme en présence d'un excès de potasse; ce qui semble nettement indiquer que la benzoquinone ne renferme que deux atomes d'hydrogène, remplaçables par du potassium.

» Au reste, cette propriété de la quinone, inhérente à sa constitution dicétonique, sera nettement démontrée par l'étude des dérivés potassiques peroxylés, étude qui fera l'objet d'une prochaine Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Des combinaisons de l'antipyrine avec les diphénols : influence des positions respectives des oxhydryles.* Note de MM. **G. Patein** et **E. Dufau**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'un de nous, après avoir montré que les naphtols se combinent à l'antipyrine, *molécule à molécule*, sans élimination d'eau, pour donner des corps cristallisés, ajoutait qu'il serait intéressant de voir si les phénols polyatomiques ne se combinent également qu'à une molécule d'antipyrine ou s'ils se combinent à un nombre de molécules en rapport avec celui des oxhydryles phénoliques (*Journal Phar. et Chim.*, t. XXIII, p. 586; 1891).

Il était de plus indispensable de déterminer la composition des composés analogues qui avaient été signalés et dont aucun n'avait été analysé.

» Dans la présente Note, nous ne parlerons que des trois diphénols isomères : la *pyrocatéchine*, la *résorcine* et l'*hydroquinone*. Pour analyser les produits obtenus, tantôt nous avons dosé l'azote par le procédé Dumas, tantôt nous avons dosé l'antipyrine en dissolvant le corps dans une solution alcaline, épuisant celle-ci par le chloroforme et pesant le résidu de la solution chloroformique.

» *Pyrocatéchine-diantipyrine*. — On avait signalé une combinaison de la pyrocatéchine et de l'antipyrine (Barbey, *J. Ph. et Chim.*, t. XXIII, p. 452). Nous avons analysé le corps qui se produit lorsqu'on mélange deux solutions aqueuses de pyrocatéchine et d'antipyrine; les chiffres obtenus nous ont montré qu'il s'était formé une combinaison d'*une* molécule de pyrocatéchine et de *deux* molécules d'antipyrine. Ce corps se présente sous la forme de cristaux incolores, peu solubles dans l'eau froide, plus dans l'eau bouillante, très solubles dans l'alcool et le chloroforme, un peu solubles dans l'éther. Nous avons trouvé 78°-79° comme point de fusion du corps cristallisé dans l'éther bouillant.

» La *pyrocatéchine-diantipyrine* donne avec le *perchlorure de fer* une coloration *noir verdâtre;* si la solution ferrique est très étendue, on obtient une belle coloration vert-émeraude.

» La pyrocatéchine donne deux éthers méthyliques : le *gaïacol* et le *vératrol;* nous avons cherché quelle était l'action de ces composés sur l'antipyrine. L'expérience nous a montré que le *gaïacol,* qui est une *monométhylpyrocatéchine,* n'est plus susceptible de se combiner qu'à *une* seule molécule d'antipyrine, et encore avec le concours d'une température de 100° maintenue pendant quinze heures, et que le *vératrol,* qui est une *diméthylpyrocatéchine,* ne se combine plus du tout, même avec le concours de la chaleur.

» *Résorcine-monoantipyrine*. — On a signalé également l'existence d'une combinaison de la résorcine et de l'antipyrine dont la composition est inconnue (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, t. XXIII; Roux, p. 282, Barbey, p. 452). Il résulte de nos analyses qu'elle contient *une* molécule de résorcine et *une* d'antipyrine.

» La *résorcine monoantipyrine* se présente sous la forme d'aiguilles cristallines incolores, solubles dans 50 parties d'eau froide, très solubles dans l'eau bouillante, l'alcool et le chloroforme, très peu solubles dans l'éther; nous avons trouvé comme point de fusion 103°-104°; elle donne, avec le *perchlorure de fer,* une coloration *rouge sang*.

» Nous avons cherché si la résorcine pouvait se combiner également à deux molécules d'antipyrine comme le font les autres diphénols : nous n'avons jamais pu obtenir que de la résorcine-monoantipyrine.

» *Hydroquinone-diantipyrine*. — On ne connaît pas non plus la composition d'un corps résultant de la combinaison de l'hydroquinone avec l'antipyrine, dont l'existence a été également signalée par M. Barbey. Nos analyses nous ont montré que, comme la pyrocatéchine, l'hydroquinone se combine à deux molécules d'antipyrine.

» L'*hydroquinone-diantipyrine* a la forme d'aiguilles cristallines incolores, fondant à 127°-128°; solubles dans 50 parties d'eau froide; très solubles dans l'eau bouillante et dans l'alcool, très peu solubles dans l'éther; solubles dans le chloroforme, mais avec décomposition; elle donne avec le *perchlorure de fer* une coloration *rouge foncé* qui s'affaiblit rapidement pour devenir *rouge clair;* pour peu qu'il y ait un léger excès d'hydroquinone, la décoloration est instantanée et il se précipite des aiguilles de *quinhydrone.*

» Quelle est la nature de ces combinaisons? Ce ne sont pas de simples combinaisons moléculaires, car leur composition n'est pas modifiée lorsqu'on les fait cristalliser dans différents liquides. Les noyaux n'ayant subi aucune altération, il est probable que la fixation a lieu sur un des atomes d'azote trivalents devenu pentavalent, et cela par l'intermédiaire de l'oxhydryle phénolique; c'est vraisemblablement sur l'azote relié au méthyle, qui est le plus basique, que se fait cette fixation. La formule développée serait dès lors, pour l'hydroquinone-diantipyrine par exemple,

```
                          C6H5
                           |
                           Az
                   H      /  \
        C — O — Az  \   /      \ CO
       //  \\      CH3|         |
  CH  /      \ CH    CH|========|CH
    ||         |
  CH  \      / CH    CH|========|CH
       \\  //        CH3|        |
        C — O — Az  /    \      / CO
                   H       \   /
                            Az
                            |
                           C6H5
```

» Les *diphénols :* pyrocatéchine, résorcine et hydroquinone se comportent donc de *manière différente avec l'antipyrine; les ortho et para-diphénols se combinent avec deux molécules, le méta avec une seule.* La fixation se fait sur un des atomes d'azote par l'intermédiaire de l'oxhydryle phénolique, *qui perd cette propriété à mesure que son hydrogène est remplacé par un métal ou un radical.* »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Essais sur le pouvoir réducteur des levures pures; moyens de le mesurer.* Note de M. **Nastukoff**, présentée par M. Duclaux.

« Les propriétés réductrices que manifestent les levures, dans un liquide en fermentation, ont été étudiées par Rommier, Chuard, Pichhi, de Rey-Pailhade, Laurent et d'autres savants. Il était pourtant intéressant de les vérifier à nouveau et de voir si elles étaient les mêmes chez différentes races.

» J'ai fait ces essais avec des cultures pures de levure de vins de Portugal et de Champagne, de levure de bière haute de Bruxelles, de *Saccharomyces apiculatus* et de *Saccharomyces pastorianus* que j'introduisais dans une solution de saccharose à 10 pour 100, additionnée de 5^{gr} par litre du mélange salin recommandé par M. Gastine (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 479; 1889).

» Je remplaçais dans ce mélange, comme substance à réduire, le sulfate de chaux par le sulfate de magnésie, et, comme réactif du sulfure formé, j'employais le sous-nitrate de bismuth qui donne un sulfure coloré en chocolat. De la teinte produite pendant la fermentation, on concluait à l'énergie de la puissance réductrice. On trouve ainsi d'abord que la même race de levure ne donne, dans les mêmes conditions, que des variations insignifiantes; puisque les différentes races manifestent des propriétés réductrices différentes.

» Si l'on met en rapport le degré de noircissement de la liqueur avec la quantité d'alcool produit ou d'acide carbonique dégagé, on constate que ces deux formes de l'activité protoplasmique ne marchent pas du même pas et semblent indépendantes.

» En rapportant le degré de noircissement pour chaque race de levure à la teinte produite par la plus active sous ce rapport, et qui est la levure de Champagne, on obtient des chiffres proportionnels que j'indiquerai tout à l'heure.

» Je veux d'abord indiquer un autre moyen de vérifier et de mesurer ces propriétés réductrices. Il consiste à produire la fermentation dans un tube de verre, fermé en bas par une baudruche, et plongé dans un ballon dont le liquide est identique à celui qui fermente, sauf qu'il a été additionné de 2 pour 100 de sous-nitrate de bismuth. La réduction du sulfate de magnésie n'a lieu que dans le tube, et s'y traduit par la formation de

sulfure de bismuth dû au sous-nitrate qui a pénétré peu à peu par voie de diffusion. Au lieu de prendre ce sulfure de bismuth comme moyen de mesure, on peut profiter de ce qu'il donne, avec les nitrites formés simultanément dans la liqueur, une teinte jaune résistant à l'ébullition, et dont on étudie l'intensité au colorimètre. L'échelle des intensités est à peu près celle des propriétés réductrices.

» Voici les résultats obtenus, pour les diverses races énumérées, par le premier procédé et par le second. Les pouvoirs réducteurs sont rapportés à celui de la levure de Champagne, pris pour unité.

	1er procédé.	2e procédé.
Levure de vin de Champagne............	1,00	1,00
Levure de vin de Portugal...............	0,75	»
Saccharomyces pastorianus............	0,50	0,83
Saccharomyces apiculatus.............	0,25	0,33
Levure de bière de Bruxelles............	0,25	0,24

Les chiffres des deux colonnes ne coïncident pas, mais l'ordre reste le même, et l'on voit aussi que les propriétés réductrices des diverses races sont très différentes. »

M. **Edm. Jandrier** adresse une Note « Sur la sève sucrée de l'*Agave americana* ».

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 OCTOBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Hellriegel*, Correspondant pour la Section d'Économie rurale, décédé à Bernburg (Anhalt), le 24 septembre 1895.

M. **Berthelot** ajoute ce qui suit :

« M. Hellriegel est connu principalement par ses recherches sur la fixation de l'azote par les Légumineuses. C'est en poursuivant des travaux de longue haleine sur les relations qui existent entre la production végétale et la composition des engrais, spécialement celle des nitrates, qu'il a été conduit à reprendre cette question. L'existence des bactéries du sol fixatrices d'azote ayant été découverte en France, M. Hellriegel pensa aussitôt que ces bactéries pouvaient jouer un rôle dans le problème, sou-

levé depuis trente ans, mais non résolu, de la même fixation d'azote par les Légumineuses. Il institua une belle série d'expériences, combinées par la méthode la plus rigoureuse, et constata que cette fixation résultait, en effet, de l'union de certaines bactéries du sol avec les racines des Légumineuses : c'est un phénomène chimico-biologique, dû à la symbiose de ces deux ordres d'organismes. De là tout un ensemble d'idées nouvelles, dont M. Hellriegel a été l'un des principaux promoteurs. L'Académie venait de reconnaître son grand mérite, en le nommant Correspondant; elle apprend avec un vif regret qu'il est aujourd'hui enlevé à la Science. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du graphite extrait d'une pegmatite.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Nous avons établi, dans des recherches antérieures, qu'une élévation suffisante de température, à la pression ordinaire, transformait une variété quelconque de carbone en graphite. De plus, nous avons démontré que tous les graphites produits dans un bain métallique en fusion (fer, chrome, tungstène, mobyldène, vanadium, platine, etc.) étaient foisonnants. Au contraire, les graphites, obtenus par volatilisation du carbone dans l'arc électrique ou par simple transformation calorifique, ne présentaient pas la propriété de foisonner lorsqu'on les chauffait après les avoir additionnés d'une trace d'acide azotique. Ces recherches nous ont amené à reprendre l'étude de quelques graphites naturels.

» On sait que M. Berthelot a donné du graphite la définition suivante : « Toute variété de carbone susceptible de fournir par oxydation un oxyde « graphitique. »

» Cet oxyde graphitique s'obtient le plus souvent par la méthode de Brodie en soumettant le graphite à l'action d'un mélange de chlorate de potassium et d'acide azotique. Nous avons remarqué qu'en projetant du chlorate de potassium bien sec dans l'acide nitrique très concentré, il s'y dissout instantanément, en fournissant une coloration rouge orangé et, dans ces conditions, à la température de 60°, quelle que soit la variété de graphite employée, on obtient, après une attaque de dix heures, une transformation totale en oxyde graphitique. La plus petite trace d'humidité empêche cette coloration rouge de se produire et diminue beaucoup la vitesse de transformation.

» L'échantillon de graphite que j'ai étudié provient d'une pegmatite de

l'Amérique (sans nom de localité), et je le dois à l'obligeance de M. Damour.

» Cette pegmatite est très intéressante, car on sait que cette roche éruptive est arrivée à la surface du sol, après avoir été portée à une haute température.

» Dans cet échantillon, le graphite se présente en beaux cristaux lamelleux, ayant souvent plus d'un centimètre de côté, intimement répandus dans toute la masse. Il est facile de séparer le graphite en traitant au bain-marie, à plusieurs reprises, la roche, telle quelle, par un grand excès d'acide fluorhydrique à 50 pour 100 de concentration. Tout ce qui est feldspath ou silice ne tarde pas à disparaître. On lave ensuite à l'eau bouillante et l'on sèche à l'étuve.

» La pegmatite étudiée renfermait 12,77 pour 100 de graphite. Les belles lamelles ainsi obtenues sont flexibles, miroitantes et présentent une surface portant des stries et des impressions triangulaires équilatérales tout à fait caractéristiques.

» Ce graphite prend feu dans l'oxygène à la température de 690°; il nous a laissé 5,01 pour 100 de cendres qui sont formées surtout de silice, d'alumine et de chaux et qui ne contiennent que des traces de fer. Ce dernier métal a été décelé par le sulfocyanate et le ferrocyanure de potassium; les cendres sont blanches et ont conservé la forme des cristaux de graphite. La température de combustion est plus élevée que celle du graphite de Scharzbach ou de Ceylan.

» Ce graphite est foisonnant. Lorsqu'on l'imbibe d'acide azotique monohydraté, comme l'a conseillé M. Luzzi, puis qu'on le chauffe au rouge sombre, il foisonne abondamment.

» Lorsque l'on traite ce graphite par le mélange oxydant de chlorate de potassium et d'acide azotique monohydraté en grand excès, il présente un phénomène très curieux. Nous avons placé 6^{gr} de graphite dans un ballon de 500^{cc}, en présence d'une pincée de chlorate de potassium et de 20^{cc} environ d'acide nitrique. Dès le début de la réaction, le graphite prend de suite une belle teinte verdâtre qui provient d'une attaque superficielle et, après quelques heures, il a tellement augmenté de volume au milieu du liquide, qu'il remplit à moitié le ballon. A la deuxième attaque, il continue à foisonner et l'on doit le changer de vase, tellement son volume a augmenté. C'est le seul graphite qui, au milieu d'un liquide comme l'acide azotique, nous ait donné une pareille augmentation de

volume à la température de 60°. Après la déflagration de l'oxyde graphitique et après sa destruction, nous n'avons trouvé dans le résidu aucune trace de diamant noir ou transparent.

» A la septième attaque du mélange oxydant, la transformation en oxyde graphitique, de couleur vert clair, est complète, et, à l'attaque suivante, l'oxyde graphitique est absolument décoloré.

» En examinant au microscope, avec un faible grossissement, les fragments de quartz ou de feldspath sur lesquels s'étaient appuyés les cristaux de graphite, j'ai été très surpris de voir qu'ils présentaient des impressions donnant l'image exacte de la surface de ces cristaux. Ce sont les mêmes stries et les mêmes triangles qu'un frottement très énergique ne peut effacer.

» Ce fait nous amène à penser que le graphite préexistait avant les roches, qui, par leur cristallisation, ont donné naissance à la pegmatite. Par ses propriétés caractéristiques, ce graphite rappelle entièrement les échantillons obtenus dans les métaux, en fusion, dans notre four électrique. Il a dû être produit dans les mêmes conditions et, au moment où la pegmatite s'est formée, il a été moulé par les cristaux de quartz et de feldspath, et a laissé sur ces derniers les impressions qui se trouvaient à sa surface. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude de quelques variétés de graphite.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Après avoir étudié le graphite rencontré dans une pegmatite, nous avons tenu à le comparer aux différents échantillons de graphites naturels.

» *Graphite de Ceylan.* — Ce graphite a été étudié par de nombreux savants. M. Luzzi a établi qu'il était foisonnant; il est cependant beaucoup moins foisonnant que le graphite que nous avons retiré du platine fondu au four électrique en présence d'un excès de carbone. Traité par le chlorate de potassium et l'acide azotique monohydraté, ce graphite nous a donné, à la septième attaque, un oxyde graphitique vert foncé et, à la neuvième attaque, un oxyde coloré en jaune pâle, dont les fragments deviennent irréguliers. Ce graphite, purifié au préalable par la potasse en fusion et par l'acide fluorhydrique, est entièrement transformable en oxyde graphitique et ne fournit aucun résidu des autres variétés de carbone.

» *Graphite de Borowdale (Cumberland).* — Ce graphite se présente en fragments compacts, d'une structure amorphe non lamelleuse; traité par l'acide azotique fu-

mant et chauffé sur une lame de platine, il ne foisonne pas; à la septième attaque par le mélange oxydant, il donne un oxyde jaune pâle non cristallisé.

» Lorsque l'on chauffe ce graphite dans un tube à essai, il déflagre et se brise en menus morceaux. Nous avons pensé qu'il renfermait des gaz, et nous en avons chauffé 1^{cc} au rouge sombre dans le vide. Il s'est dégagé $4^{cc},1$ de gaz renfermant 0,7 d'air. Le reste, soit $3^{cc},8$, nous a démontré, par l'analyse eudiométrique, que nous étions en présence d'un mélange d'hydrocarbures et d'hydrogène. Cette occlusion du gaz explique les propriétés explosives du graphite de Borowdale soumis à l'action de la chaleur.

» Ce graphite est impur; il contient 3,12 de cendres pour 100. Elles ont conservé exactement la forme et le volume du graphite; elles renferment du fer, de l'alumine, du manganèse, de la chaux et de la silice. Le fer et le manganèse prédominent.

» *Graphite de Ticondéroga.* — Ce graphite a été étudié avec détails par M. Luzzi. Il se présente en lamelles brillantes possédant de nombreuses stries rectilignes. Sous l'action de l'acide nitrique, il foisonne très nettement et fournit une matière feuilletée, d'aspect cristallisé, qui reprend par la pression son volume primitif. Traité par le mélange oxydant, il est complètement transformé en acide graphitique de couleur vert clair dès la septième attaque. Ces cristaux ont conservé la forme du graphite, et, si l'on continue à faire agir le mélange oxydant, à la neuvième attaque, il prend une couleur jaune pâle, et, examiné au microscope, il a perdu toute forme cristalline.

» *Graphite de Greenville.* — Ce graphite se présente en petits cristaux imprégnés d'une gangue calcaire. Au microscope on ne retrouve plus sur la roche calcaire l'impression des stries et des triangles équilatéraux de graphite, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment pour une pegmatite.

» C'est un graphite foisonnant, ainsi que M. Luzzi l'a indiqué, qui a besoin de huit attaques pour être transformé en oxyde graphitique jaune.

» *Graphite d'Omesnack* (*Groënland*). — Ce graphite est amorphe et très impur; la perte au rouge a été de 0,09 pour 100 et il nous a donné 21,04 pour 100 de cendres. Ces dernières sont presque blanches, contiennent peu de silice et sont très riches en alumine; elles contiennent aussi de la chaux et de la magnésie.

» Examiné au microscope, ce graphite se présente en très petits cristaux, ressemblant au graphite volatilisé plutôt qu'à un graphite cristallisé dans un bain liquide.

» Graphite non foisonnant, ainsi que l'a signalé M. Luzzi.

» *Graphite de Mugrau* (*Bohême*). — Graphite en masse, ne présentant pas à la loupe de cristaux réguliers. Il renferme de très petits cristaux, visibles au microscope avec un fort grossissement. Son aspect rappelle les graphites obtenus par l'action d'une température élevée sur un carbone amorphe; il n'a certainement pas été produit dans un bain liquide de métaux ou de matières en fusion.

» Perte au rouge 9,21; cendres 37,32. Ces cendres sont ocreuses, elles renferment une notable quantité de silice, de l'alumine, du fer et des traces de manganèse.

» Ce graphite ne foisonne pas. Son oxyde graphitique, qui se produit avec facilité, paraît complètement amorphe.

» *Graphite de Scharzbach* (*Bohême*). — Ce graphite, assez tendre, a le même aspect que le graphite de Mugrau. Perte au rouge, 6,82; cendres, 44,27, contenant de la silice, du fer, de l'alumine, de la chaux et du manganèse; graphite non foison-

nant, fournissant un oxyde graphitique jaune amorphe. Il prend feu dans l'oxygène à la température de 620°.

» *Graphite de South (Australie)*. — Graphite très impur, ne présentant pas à la loupe de cristallisation apparente.

» Graphite non foisonnant donnant un oxyde graphitique amorphe, de couleur jaune.

» *Conclusions*. — En résumé, les graphites que l'on rencontre dans la nature peuvent être divisés, comme l'a conseillé M. Luzzi, en graphites foisonnants et non foisonnants. Les premiers paraissent avoir été produits sous l'action de bains en fusion, et, en particulier, de bains métalliques, et les seconds peuvent être dus à l'action d'une température élevée sur une variété quelconque de carbone amorphe. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observatoire du Mounier*. Note de M. **Perrotin**.

« A deux reprises différentes, j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie du projet formé par M. Bischoffsheim d'établir sur le sommet du Mounier [1], dans les Alpes-Maritimes, une annexe de l'observatoire de Nice.

» Ce qui n'était alors qu'un projet est devenu maintenant une réalité : l'observatoire existe. Après des tâtonnements et des retards inévitables dans une entreprise de ce genre, où l'imprévu joue un très grand rôle, le programme, qui avait été élaboré dans les premiers mois de 1893, a reçu sa pleine et entière exécution.

» Le nouvel observatoire comprend une maisonnette en maçonnerie, pour le logement de l'astronome et de son assistant, une coupole métallique tournante, de 8^m de diamètre, qui abrite l'équatorial de 38^{cm} d'ouverture, une cabane en bois servant d'atelier et de dépôt.

» La maison et la coupole communiquent au moyen d'une galerie qui permet d'aller commodément de l'une à l'autre pendant la saison froide, lorsque la montagne est recouverte d'une épaisse couche de neige.

» La mise en place de la lunette sur son pilier et les aménagements qu'il restait encore à faire dans la coupole étaient terminés vers le milieu du mois d'août, assez à temps pour rendre possible l'observation de Vénus avant le passage de la planète par sa conjonction inférieure.

---

(1) A 2741^m d'altitude, par l'application de la formule de Laplace à 71 lectures du baromètre à mercure faites simultanément à Nice et au Mounier.

» Du travail auquel nous nous sommes livré pendant environ un mois, du 14 août au 17 septembre, il convient de retenir plus spécialement les observations des 21 et 30 août, qui, dans les conditions atmosphériques les meilleures, nous ont montré avec le plus de netteté les détails de la surface du disque.

» La planète avait l'aspect d'un croissant déjà très réduit qui ne permettait guère d'explorer, avec quelques chances de succès, que les régions voisines du terminateur. Les particularités notées les 21 et 30 août, dans cette portion de la planète, rappelaient, sous certains rapports, celles de septembre 1890, que nous avons communiquées, au mois d'octobre suivant, à l'Académie. Elles consistaient, comme celles-ci, en lignes sombres prenant naissance au terminateur, et venant se réunir le plus souvent deux à deux sur la partie éclairée du disque, de manière à découper, le long de ce terminateur, une succession d'îles lumineuses triangulaires, des deltas plutôt, qui donnent à la ligne de séparation entre la partie brillante et la partie obscure cette forme dentelée pour les uns ou polygonale pour les autres si souvent signalée par les observateurs.

» Entre la configuration de septembre 1890 et celle de cette année, il y a cependant une différence consistant en ce que, dans la première, les lignes sombres venaient se souder à une large bande qui parcourait tout le disque, d'une corne à l'autre, en suivant à peu près un méridien, tandis que la seconde ne présentait rien de semblable. Mais cette différence peut n'être qu'apparente : elle trouve son explication toute naturelle dans ce fait que, les observations de cette année correspondant à une date beaucoup plus voisine de la conjonction, la bande sombre méridienne se trouvait trop près du bord brillant pour pouvoir être aperçue.

» Quoi qu'il en soit de cette dissemblance, je crois être en droit d'affirmer que les 21 et 30 août, le premier jour de $2^h 15^m$ à 4^h, le second de 3^h à 5^h, les régions voisines du terminateur se sont montrées à nous constamment sous le même aspect, sans autre changement que celui qui provenait de la variation de la hauteur de l'astre sur l'horizon, de l'absorption atmosphérique ou de la qualité des images, et ce fait, comme d'ailleurs nos observations de mai à septembre 1890, vient à l'appui des idées de M. Schiaparelli, qui veulent que la planète ne tourne sur elle-même qu'avec une extrême lenteur; elles sont incompatibles, dans tous les cas, avec une durée de rotation aussi rapide que celle de vingt-quatre heures.

» Détail important à noter : cette année, comme il y a cinq ans, nous

n'avons cessé d'apercevoir, à côté et à 10° ou 12° de la corne boréale, une large tache blanche, ne changeant pas sensiblement de position ni d'aspect d'un jour à l'autre ou dans le courant d'une même journée, qui vient à son tour témoigner d'une rotation extrêmement lente de la planète; à moins, toutefois, que son immobilité relative ne tienne à son voisinage du pôle, ce qui prouverait que l'axe de la planète est, à un petit nombre de degrés près, perpendiculaire au plan de son orbite. C'est la conséquence à laquelle nous étions déjà parvenu.

» Bien que demandant de nouvelles confirmations, il nous a semblé qu'en raison de l'accord qu'ils présentent avec des observations antérieures et des conditions dans lesquelles ils avaient été obtenus, ces résultats étaient dignes d'être signalés à l'attention de l'Académie.

» Je n'aurais pas tout dit sur le nouvel observatoire du mont Mounier si je n'ajoutais qu'à côté de la station astronomique M. Bischoffsheim nous a autorisé à organiser une station météorologique qui, depuis quelque temps déjà, se trouve pourvue d'enregistreurs Richard et d'instruments à lecture directe pour la température, la pression et l'état hygrométrique de l'air.

» Cette deuxième installation fonctionne partiellement depuis la fin de mai à notre complète satisfaction.

» Nous ne pouvons prétendre tirer des conclusions de quelque valeur d'observations d'aussi courte durée; elles seraient certainement contestables; néanmoins, elles contiennent, quand on les compare avec celles de Nice, des indications précieuses sur la variation de la pression et de la température avec l'altitude qui, à la longue, contribueront, sans aucun doute, à fixer et même à étendre nos connaissances sur les phénomènes dont notre atmosphère est le siège.

» Quoi qu'il en soit, les seuls résultats auxquels nous croyons être parvenu sur la durée de la rotation de Vénus, nous paraissent de nature à justifier les sacrifices que s'est imposés, dans cette circonstance, comme dans toutes celles où il s'agit de l'intérêt de la Science, le généreux fondateur de l'observatoire de Nice.

» Je termine en informant l'Académie que l'isolement, dans lequel se trouvait jusqu'ici le nouvel observatoire, a cessé depuis quelques semaines et qu'actuellement la maison d'habitation se trouve reliée par une ligne téléphonique de 8^{km}, construite par l'administration des Télégraphes et aux frais de M. Bischoffsheim, avec le village de Beuil où se trouve le poste télégraphique le plus voisin.

» Nous sommes ainsi en mesure de transmettre par dépêche au Bureau central météorologique les observations qui se font régulièrement, chaque jour, sur le sommet du mont Mounier. »

M. Faye fait hommage à l'Académie de la troisième édition, qu'il vient de publier, de son Ouvrage « Sur l'origine du monde; théories cosmogoniques des anciens et des modernes », et donne lecture de la Préface placée en tête de ce volume :

« Maintenant que j'ai pu, à un âge avancé, apporter à cet Ouvrage les dernières corrections, je le consacrerai à la mémoire d'un homme illustre dont j'ai été l'élève. Je dois à M. Arago mon entrée, en 1842, dans la carrière astronomique et la direction où j'ai marché de loin sur ses traces. Je lui dois plus encore, ma nomination à l'Institut en 1847, par la manière favorable dont il a bien voulu exposer mes travaux à l'Académie des Sciences. Je croirai m'acquitter envers lui, si ce Livre a quelque valeur, en le dédiant, sous sa forme dernière et définitive, à son ineffaçable souvenir. »

M. Al. de Tillo, présent à la séance, fait hommage à l'Académie d'un « Atlas des isanomales et des variations séculaires du magnétisme terrestre » qu'il vient de publier.

M. Mascart en présentant cet Ouvrage, au nom de l'auteur, en indique, en quelques mots, le caractère :

« Le but de cet Atlas est de mettre en rapport, pour la même époque, les isanomales avec les variations séculaires de tous les éléments du magnétisme terrestre. Pour appliquer le principe des isanomales, l'auteur s'est servi des meilleures sources existantes, embrassant le globe, notamment pour les années 1829, 1842, 1880 et 1885.

» L'Atlas contient 16 Cartes, construites d'après la projection équivalente équatoriale de Lambert. Sept de ces Cartes donnent les isanomales de la déclinaison, de la déclinaison isoclinique, de l'inclinaison, du potentiel, de la force horizontale, de la force verticale et de la force totale; sept autres Cartes représentent les variations séculaires de ces éléments, et deux Cartes sont consacrées aux lignes agoniques et à leurs mouvements séculaires.

» Les conclusions générales qu'on peut tirer de l'étude des lignes de la variation séculaire sont les suivantes : 1° les changements des éléments s'effectuent de manière que, dans une moitié du globe, les changements

sont positifs, tandis que, dans l'autre partie, ils sont négatifs; 2° il existe une grande ressemblance entre le tracé des isanomales et celui des lignes d'égale variation séculaire. Les deux dernières Cartes montrent une relation intime entre la marche des lignes agoniques et les lignes des variations annuelles maxima de la déclinaison. »

M. **Norman Lockyer** présente à l'Académie quelques photographies des spectres des étoiles qui ont été prises dernièrement au moyen d'un objectif et d'un prisme que MM. les frères Henry, de l'Observatoire de Paris, ont eu la grande obligeance de construire pour l'aider dans ses recherches.

Il montre, dans le spectre de Bellatrix, les lignes qu'il a trouvées, occupant les mêmes positions que celles qui sont fournies par le gaz auquel il a donné le nom d'*hélium*, en 1868. Ces recherches montrent que l'absorption due aux atmosphères des étoiles présentant peu de lignes est due, pour la plupart, à l'hydrogène et à l'hélium.

M. **E. Vallier** présente à l'Académie un Volume qu'il vient de publier, sous le titre « Balistique extérieure ».

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à lui désigner deux de ses Membres pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. le général **Al. de Tillo** donne lecture à l'Académie des adresses de félicitations, envoyées à l'occasion du Centenaire de l'Institut de France :

Par la Société impériale russe minéralogique de Saint-Pétersbourg.
Par la Société russe astronomique.
Par la Société impériale russe de Géographie.
Par la Société impériale libre économique de Russie.

Il présente également les félicitations de la Société impériale des Naturalistes de Moscou.

M. **A. de Baeyer**, Correspondant de l'Académie, qui s'était fait inscrire comme comptant prendre part aux fêtes du Centenaire de l'Institut,

exprime son vif regret d'en être empêché par l'état de sa santé qui le retient à Munich et exprime toute sa sympathie pour ses Confrères de l'Académie des Sciences.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants, adressés de Rio Janeiro, par M. *Cruls*, et présentés par M. Faye :

1° *Posiçôes geographicas.* — Les positions géographiques déterminées sont celles de Rodeio, Entre-Rios, Juiz de Fora, Joad Gomes et Barbacena, situées le long du chemin de fer central;

2° *Les éléments climatologiques de Rio.* — Ils ont été fournis par la discussion de quarante années suivies, de 1851 à 1890;

3° *Éclipses de Soleil et occultations.* — Il s'agit de la détermination approchée, par une méthode graphique, d'une occultation ou d'une éclipse de Soleil. La méthode est entièrement fondée sur les déplacements parallactiques de la Lune. A l'aide des Tables de ces facteurs, calculées pour *toutes les latitudes* et déclinaisons, on peut obtenir assez rapidement les heures de ces divers phénomènes à une ou deux minutes près, approximation suffisante pour se préparer à l'observation.

M. **Haton de la Goupillière** présente à l'Académie, au nom de M. le Ministre des Travaux publics, quatre volumes in-4°, qui renferment les travaux élaborés par la Commission des Méthodes d'essai des matériaux de construction dans sa première session. Il s'exprime ainsi qu'il suit :

« Je rappelle à l'Académie qu'en vue de donner satisfaction aux vœux émis par deux des Congrès internationaux réunis à Paris pendant l'Exposition de 1889 (Congrès des procédés généraux de construction, Congrès de Mécanique appliquée), M. le Ministre des Travaux publics, après s'être entendu avec ceux de ses Collègues que la question pouvait intéresser également au point de vue technique, a proposé à M. le Président de la République d'instituer une Commission pour l'étude des méthodes d'essai des matériaux de construction, en vue d'obtenir l'unification de ces méthodes.

» Cette Commission de 122 membres a été nommée par décret du 9 novembre 1891 sous la présidence de M. A. Picard, Inspecteur général des Ponts et Chaussées et Président de section au Conseil d'État, assisté de

MM. le général Borius (Génie militaire) et Haton de la Goupillière (Mines) comme vice-présidents. Elle renferme non seulement des officiers et ingénieurs des diverses administrations de l'État, mais aussi de nombreux représentants de l'industrie privée (Société des ingénieurs civils, Société centrale des architectes, Compagnies de chemins de fer, Comité des Forges, etc.).

» La Commission est divisée en deux sections : l'une chargée d'étudier les questions relatives aux métaux, ayant pour président M. le général Gras (Artillerie), et pour vice-présidents MM. Polonceau (Chemin de fer d'Orléans), Godron (Génie maritime) et Fénoux (Ponts et Chaussées); la deuxième, chargée des autres matériaux de construction, présidée par M. Guillemain et, depuis, par M. Gay (Ponts et Chaussées), avec les vice-présidents : Charles Garnier (Société centrale des architectes français), Durand-Claye (Ponts et Chaussées), Brull (Société des ingénieurs civils). Le secrétaire général est M. Debray, ingénieur des Ponts et Chaussées, secondé par MM. Terré (Génie maritime), Monmerqué (Ponts et Chaussées), Gandillot (Artillerie).

» Grâce au dévouement de ses Membres, et tout spécialement de ceux d'entre eux qui ont accepté de faire partie des comités d'études dans leur laborieuse carrière, la Commission avait pu, dès le milieu de l'année 1893, accomplir une grande partie de sa tâche. On a dès lors procédé à la publication de ses travaux.

« Quarante-trois Rapports particuliers ont été présentés à la Section des métaux par MM. Baclé, Barba (seul ou en collaboration avec M. Duplaix), Brustlein, Clérault, Considère, Daymard, Durand, Flamant, Gandillot, Lebasteur (seul ou en collaboration avec M. Arnould), A. Le Chatelier, Michel-Lévy (en collaboration avec M. Walckenaer), Martel, Osmond, Polonceau, Pourcel, Pralon, Sauvage, Tongas, Membres de la Commission, ainsi que par MM. Carnot, Charpy, Guillemin, de Place, collaborateurs auxquels elle avait fait appel. Un remarquable Rapport général résumant tous ces documents et coordonnant les études faites ainsi que les conclusions prises, a été rédigé par MM. Debray et Baclé.

» L'œuvre de la section des matériaux de construction autres que les métaux comprend de son côté trente et un Rapports dus à MM. Alexandre, Brüll, Candlot, Debray, Durand-Claye, Feret, H. Le Chatelier, Ribaucour, Siméon, Membres de la Commission, de MM. Dardenne et Morel, collaborateurs, ainsi qu'un excellent Rapport général de M. Alexandre.

» Les travaux de la Commission constituent ainsi, par leur masse seule,

une œuvre très considérable; mais ils se recommandent surtout par leur belle ordonnance, leur extrême variété et très souvent par une véritable nouveauté. Toutes les prescriptions formulées, en définitive, par la Commission n'ont pas sans doute la même importance et une égale autorité, mais toutes étaient nécessaires à envisager. Les plus essentielles reposent sur des motifs scientifiques. En ce qui concerne les prescriptions d'ordre secondaire, les raisons techniques de décider d'une manière absolue ont plus d'une fois fait défaut, et l'on a dû alors se borner à suivre simplement les habitudes et les traditions, en les coordonnant et les régularisant. Pour les indications de cette dernière catégorie, plus encore que pour les autres, le progrès se développera avec le temps. Rien ne saurait être immuable dans le domaine de la pratique, et les méthodes d'essai devront sans doute se transformer et se perfectionner, au fur et à mesure que l'on connaîtra mieux les propriétés, naguères si obscures, des matériaux de construction, qu'on améliorera la production et l'élaboration de ces substances, que l'on jettera sur le marché des matières ou des combinaisons nouvelles.

» La Commission poursuit actuellement, dans une seconde session, ses travaux, qui ont été justement appréciés non seulement en France, mais aussi à l'étranger; car le gouvernement allemand vient de demander à celui de la République française l'autorisation, immédiatement donnée, de faire traduire en langue allemande, sinon tous les Rapports sans exception, du moins, pour tous, les conclusions de la Commission renfermés dans les Volumes que j'ai l'honneur de déposer sur le Bureau de l'Académie. »

M. Tisserand fait hommage à l'Académie du Tome XXI des « Mémoires, Annales de l'Observatoire de Paris », qui contient :

1° Un supplément à l'Histoire céleste de Lalande, par M. Bossert;

2° Des recherches concernant les inégalités planétaires du mouvement de la Lune, par M. Radau;

3° Contribution à l'étude des anneaux de Saturne, par Mlle Klumpke;

4° Description du grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris, par M. Puiseux;

5° Sur la mesure micrométrique des petites distances angulaires, par M. Bigourdan;

6° Inventaire général des manuscrits de l'Observatoire de Paris, par M. Bigourdan.

ASTRONOMIE. — *Sur une inégalité à longue période dans la longitude de Mars.* Note de M. G. LEVEAU, présentée par M. Tisserand.

« A la page 77 de son Mémoire *The elements of the four inner planets and the fundamental constants of Astronomy*, M. Newcomb s'exprime ainsi :

» Comme la formation des équations normales pour Mars approchait de sa fin, une singulière discordance parmi les résidus des diverses équations normales pour différentes périodes fut remarquée. En les examinant, il fut reconnu que, pendant que la correction de la longitude géocentrique des *Tables de Le Verrier* était extrêmement petite en 1845 et 1892, elle était assez considérable en 1862. Maintenant, dans le mouvement de Mars, il y a une inégalité à longue période, environ quarante ans, provenant de la Terre et ayant pour argument $15g' - 8g$. Ce coefficient est du septième ordre par rapport aux excentricités, et les termes du neuvième et même du onzième ordre peuvent être sensibles dans un développement suivant les puissances des excentricités et suivant les sinus et cosinus des multiples des longitudes moyennes. La conclusion, à laquelle j'arrivai, était que la *valeur théorique de ce coefficient n'était pas déterminée avec suffisante précision*, et qu'il était nécessaire d'y apporter la correction empirique

$$\delta l = 0'',30 \cos(15g' - 8g - 223^\circ).$$

» Pour qui connaît la scrupuleuse exactitude, le soin méticuleux qu'apportait Le Verrier dans tous ses calculs planétaires, une pareille correction doit sembler tout à fait improbable et presque inadmissible. Il m'a paru intéressant de calculer ce coefficient par une méthode absolument indépendante de celle employée par Le Verrier, la méthode de Cauchy qui permet de calculer directement un terme de perturbation avec toute la précision voulue. D'après les indications fournies par cette méthode, pour obtenir la précision de $0'',01$, j'ai dû partager la circonférence en soixante parties et effectuer les calculs avec des logarithmes à 6 décimales.

» En négligeant la partie provenant du terme $\frac{fm' r \cos\delta}{r'^2}$ qui est, au moins, du vingt-unième ordre, j'ai trouvé $1'',400 + 0'',026 = 1'',43$, résultat qui s'accorde identiquement avec celui de Le Verrier dont l'exactitude se trouve ainsi complètement démontrée.

» Il faut donc chercher ailleurs la cause des anomalies signalées par le savant astronome américain. »

MÉCANIQUE. — *Sur la déformation des surfaces.* Note de M. **Paul Adam**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Soient (σ) et (σ_1) deux surfaces applicables l'une sur l'autre; (Σ) le lieu du milieu de la corde joignant les points correspondants de ces deux surfaces; (Σ_1) le lieu de l'extrémité du vecteur parallèle à cette corde et égal à sa moitié; enfin x, y, z; x_1, y_1, z_1; X, Y, Z; X_1, Y_1, Z_1 les coordonnées rectangulaires des quatre surfaces (σ), (σ_1), (Σ), (Σ_1).

» J'ai établi les points suivants :

» Lorsque (Σ) est donnée, (Σ_1) est définie par l'équation aux dérivées partielles

$$(1)\qquad \frac{\partial^2 Z}{\partial Y^2}\frac{\partial^2 Z_1}{\partial X^2} - 2\frac{\partial^2 Z}{\partial X\,\partial Y}\frac{\partial^2 Z_1}{\partial X\,\partial Y} + \frac{\partial^2 Z}{\partial X^2}\frac{\partial^2 Z_1}{\partial Y^2} = 0.$$

» Ayant calculé la fonction $Z_1(X, Y)$ par cette équation, les coordonnées X_1 et Y_1 se déterminent au moyen des variables X, Y par six quadratures.

» Si P, Q, R, S, T; P_1, Q_1, R_1, S_1, T_1 sont les dérivées partielles des fonctions $Z(X, Y)$ et $Z_1(X_1, Y_1)$, on a la relation symétrique

$$\begin{aligned}(Q^2R - 2PQS + P^2T)&(Q_1^2R_1 - 2P_1Q_1S_1 + P_1^2T_1)\\ &+ 2(QR - PS)(Q_1R_1 - P_1S_1)\\ &+ 2(PT - QS)(P_1T_1 - Q_1S_1)\\ &\qquad + RR_1 + 2SS_1 + TT_1 = 0.\end{aligned}$$

» Cette relation a la signification géométrique ci-après : si ρ, ρ'; ρ_1, ρ'_1 sont les rayons de courbure principaux des deux surfaces (Σ), (Σ_1) et si α, β, α', β' sont des cosinus définis par le Tableau

	MX	MY
M_1X_1	α	β
M_1Y_1	α'	β'

,

MX, MY; M_1X_1, M_1Y_1 étant les directions principales de (Σ), (Σ_1), on a

$$\alpha^2\rho\rho_1 + \alpha'^2\rho\rho'_1 + \beta^2\rho'\rho_1 + \beta'^2\rho'\rho'_1 = 0,$$

que l'on peut regarder comme l'analogue de la relation de Gauss pour les deux surfaces (σ), (σ_1).

» On déduit de là ces théorèmes :

» *Les deux surfaces (Σ), (Σ_1) ne peuvent jamais être convexes en même temps aux points correspondants (l'une au moins d'entre elles est à courbures opposées).*

» *Quand l'une des surfaces (Σ), (Σ_1) est une développable, (Σ) par exemple, l'autre (Σ_1) est toujours à courbures opposées; la projection de la génératrice de la première (Σ) sur le plan tangent à la seconde (Σ_1) fait avec l'une quelconque des directions principales de cette dernière surface un angle aigu égal aux angles aigus de la seconde direction principale avec les directions asymptotiques de cette même surface (Σ_1).*

» *Si la surface (Σ_1) est une sphère, c'est-à-dire si la distance des points correspondants du couple (σ), (σ_1) est constante, on a, entre les rayons de courbure principaux ρ et ρ' de la surface (Σ) et les distances δ et δ' du point correspondant de (σ) ou de (σ_1) aux directions principales de cette même surface (Σ), la relation très simple*

$$\frac{\rho}{\rho'} = -\frac{\delta'^2}{\delta^2}.$$

» J'ai démontré en outre, en partant de l'équation (1), le théorème suivant :

» *Si la surface (Σ) est un cylindre, le couple (σ), (σ_1) est composé de deux surfaces réglées applicables l'une sur l'autre avec parallélisme des génératrices correspondantes; ces deux surfaces ont d'ailleurs une orientation relative quelconque; la surface (Σ_1) est une surface réglée à plan directeur; les lignes de striction se correspondent sur les trois surfaces (σ), (σ_1) et (Σ_1); enfin, en désignant par θ l'angle des génératrices correspondantes de (σ) et de (σ_1) et par ϖ et Π_1 les paramètres de distribution de (σ) et de (Σ_1), on a*

$$\frac{\Pi_1}{\varpi} = \sin^2\frac{\theta}{2}.$$

» J'ai déterminé enfin *tous les couples (σ), (σ_1) pour lesquels (Σ) est une quadrique*.

» Lorsque (Σ) est une quadrique dénuée de centre, ces couples ont

pour équations, en désignant par f et φ deux fonctions arbitraires de $mX + nY$ et de $mX - nY$,

$$x,\quad x_1 = \pm 2m(f+\varphi) \mp 2m^2 X(f'+\varphi') + X,$$
$$y,\quad y_1 = \mp 2n(f-\varphi) \pm 2n^2 Y(f'+\varphi') + Y,$$
$$z,\quad z_1 = \pm(f'+\varphi') + m^2X^2 - n^2Y^2.$$

» Ces couples comprennent la surface minima d'Enneper et son adjointe.

» Les couples pour lesquels la surface (Σ) est une quadrique à centre ont pour équations, A désignant une fonction arbitraire de α et B une fonction arbitraire de β :

$$x,\quad x_1 = \frac{a(\alpha+\beta) \pm \frac{1}{a}[2(A+B) - (\alpha+\beta)(A'+B')]}{1+\alpha\beta},$$
$$y,\quad y_1 = i\,\frac{b(\alpha-\beta) \pm \frac{1}{b}[2(A-B) - (\alpha-\beta)(A'+B')]}{1+\alpha\beta},$$
$$z,\quad z_1 = \frac{c(1-\alpha\beta) \mp \frac{1}{c}[2(A\beta+B\alpha) + (1-\alpha\beta)(A'+B')]}{1+\alpha\beta}.$$

» Suivant que (Σ) est un paraboloïde elliptique ou un paraboloïde hyperbolique, ou un ellipsoïde, ou un hyperboloïde à une nappe, ou enfin un hyperboloïde à deux nappes, il faut prendre :

m réel, n purement imaginaire, f et φ imaginaires conjugués;
m, n, f et φ réels;
a, b, c réels, α et β, A et B imaginaires conjugués;
a et c réels, b purement imaginaire, α, β, A et B réels;
a et b purement imaginaires, c réel, α et $-\beta$, A et $-$B imaginaires conjugués. »

THERMOMÉTRIE. — *Correction à apporter aux lectures des thermomètres métastatiques*. Note de M. **Scheurer-Kestner.**

« Le thermomètre que Walferdin a imaginé et décrit dès 1840, et auquel il a donné le nom de [1] *thermomètre métastatique*, est un thermomètre à échelle variable dont l'usage, jusqu'à ces derniers temps, s'était peu ré-

(1) *Comptes rendus*, année 1840, p. 292, et 1842, p. 63.

pandu. Je m'en sers dans mes recherches calorimétriques, depuis de nombreuses années, et j'en ai déjà recommandé l'emploi en 1869 ([1]). C'est un instrument dont les indications sont exactes, à la condition, toutefois, d'apporter aux lectures une correction nécessaire chaque fois qu'il s'agit de déterminations à faire à près d'un centième de degré.

» Dans ces dernières années, les expériences cryoscopiques ont attiré l'attention sur la commodité de cet instrument et le thermomètre Walferdin qui, contre toute justice, porte, en Allemagne, le nom de Beckmann, son constructeur actuel, est devenu d'un usage courant.

» Le premier thermomètre à grande échelle, destiné aux expériences calorimétriques, a été construit, sur ma demande, en 1868, par M. Baudin père. Il portait dix degrés, divisés en cinquantièmes de degré. Les variations de température, assez étendues, du laboratoire dans lequel j'opérais, m'auraient forcé à avoir plusieurs de ces instruments et à passer de l'un à l'autre dans une même opération, lorsque la température initiale du bain calorimétrique se trouvait à la fin de l'échelle de l'un des thermomètres et sa température finale au commencement de l'échelle du thermomètre suivant; c'est donc pour échapper à ces inconvénients que j'ai eu recours au thermomètre métastatique de Walferdin, dont le premier exemplaire a été construit par M. Baudin en 1869.

» La correction à apporter aux lectures d'un thermomètre métastatique est en fonction de la quantité de mercure qui, de la cuvette inférieure, est chassée dans la cuvette supérieure. En faisant passer une certaine quantité de mercure dans la cuvette supérieure, *les degrés deviennent plus petits*, proportionnellement à cette quantité.

» Si l'on enlève au mercure total n degrés, il faut, pour avoir la température exacte, ajouter non seulement le volume de ces n degrés, mais encore les quantités dont ceux-ci se seraient dilatés pour la température t, c'est-à-dire $nt\gamma$, γ étant le coefficient de dilatation apparente du mercure.

» Soit un thermomètre renfermant V volumes de mercure à 0°, et v le volume correspondant à 1°, la dilatation apparente de l'unité de volume pour 1°, dans une enveloppe de verre, est

$$\frac{v}{V} = \gamma,$$

([1]) *Comptes rendus*, 9 août 1869; *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, année 1869.

et, d'après Regnault,

$$\gamma = \frac{1}{6480} = 0,0001544.$$

Ce nombre dépend de la nature du verre, mais ne varie pas beaucoup.

» Si la température monte de n degrés, l'augmentation de volume est $nV\gamma$.

» Supposons qu'on enlève a degrés, en les envoyant dans la cuvette supérieure, on supprime dans la cuvette inférieure un volume $av\gamma$, et le volume restant est

$$V - av\gamma = v(1 - a\gamma).$$

» Si la température monte de n degrés, l'augmentation de volume est

$$v(1 - a\gamma)n\gamma$$

plus petite que précédemment. L'erreur en moins est la différence entre les deux volumes

$$nV\gamma - v(1 - a\gamma)n\gamma = na\gamma^2 v.$$

» Telle est l'erreur exprimée en volume de mercure. Pour l'avoir en degrés, il faut diviser par le volume v de $1°$:

$$\frac{na\gamma^2}{v} \times \frac{v}{\gamma} = na\gamma.$$

» Ainsi, en enlevant a degrés, on commet une erreur en moins de $na\gamma$, chaque fois qu'on a une élévation de température de n degrés, erreur en moins de $na \times 0,0001544$.

» Un thermomètre métastatique de Walferdin est exact à $0°$, quand tout le mercure est dans la cuvette inférieure : si l'on en fait sortir $10°$, et qu'on lise une augmentation de $4°$, on a : $a = 10$; $n = 4$; l'erreur est : $40 \times 0,0001544 = 0°,0061$, soit un peu plus d'un demi-centième de degré [1]. »

---

[1] Je tiens à remercier M. Muller, agrégé de la Faculté des Sciences de Nancy, auquel j'ai soumis, l'année dernière, ces calculs, et qui a bien voulu me signaler une utile correction.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude sur les chaleurs latentes de vaporisation des acétones de la série grasse, de l'octane, du décane, et de deux éthers de l'acide carbonique.* Note de M. **W. Louguinine.**

« Les recherches qui font le sujet de ce Mémoire sont une suite de celles qui ont été résumées dans deux Notes publiées dans les n°s 15 et 16 des *Comptes rendus*, 1894. Il s'est écoulé un temps assez long entre le commencement de ce Travail et sa continuation; la cause en est à ce que les déterminations des chaleurs latentes de vaporisation faites en dernier lieu ont été compliquées par la nécessité de déterminer les chaleurs spécifiques des substances étudiées, qui jusqu'à présent n'étaient pas connues.

» Dans mon premier Travail sur les alcools de la série grasse saturée, j'ai pu me servir des nombres donnés par Reiss pour les chaleurs spécifiques de ces substances.

» Le détail des expériences que j'ai faites pour déterminer la chaleur spécifique des substances étudiées sera donné dans un Mémoire que je compte publier prochainement; pour le moment, je me contente d'indiquer que je me suis servi de la méthode des mélanges; la substance étudiée était amenée à une température voisine de son point d'ébullition, et tombait automatiquement dans un calorimètre contenant de l'eau à une température peu éloignée de 20°.

» Les substances dont j'ai déterminé les chaleurs latentes de vaporisation ont été amenées à un grand degré de pureté, ce dont je me suis assuré en en faisant l'analyse organique.

» Pendant l'hiver 1894-1895, les pressions barométriques à Moscou, où ces expériences ont été faites, ont subi de nombreuses et violentes variations, allant de 730^{mm} à 762^{mm}. Cette circonstance m'a obligé de déterminer, pour chaque substance, la variation du point d'ébullition provenant de la variation de la pression barométrique, et de calculer la température à laquelle l'ébullition se produisait à la pression de 760^{mm}.

» J'ai joint, aux résultats de mes expériences, les valeurs des constantes calculées d'après la formule donnée par Trouton, $\frac{MS}{T} = \text{const.}$ (où M est le poids moléculaire de la substance, S sa chaleur latente de vaporisation, T la température absolue d'ébullition), car elles ont, comme on le verra par les considérations qui suivent, une certaine importance.

ACÉTONES.

» 1. *Acétone dipropylique.* — Point d'ébullition pour $H_0 = 760^{mm}$: $143°,90$.

» La moyenne des trois expériences faites avec cette substance égale $75^{cal},94$.

» L'expérience extrême en diffère de 0,33 pour 100; $\frac{MS}{T} = 20,76$.

» 2. *Acétone méthylbutyrique.* — Point d'ébullition pour $H_0 = 760^{mm}$: $127°,61$.

» La moyenne des cinq expériences faites avec cette substance égale $82^{cal},91$.

» L'expérience extrême en diffère de 0,41 pour 100; $\frac{MS}{T} = 20,70$.

» 3. *Acétone diéthylique.* — Point d'ébullition pour $H_0 = 760^{mm}$: $102°,46$.

» La moyenne des cinq expériences faites avec cette substance égale $90^{cal},54$.

» L'expérience extrême en diffère de 0,29 pour 100; $\frac{MS}{T} = 20,74$.

» 4. *Acétone méthylisopropylique.* — Point d'ébullition pour $H_0 = 760^{mm}$: $94°,04$.

» La moyenne des trois expériences faites avec cette substance égale $88^{cal},67$.

» L'expérience extrême en diffère de 0,18 pour 100; $\frac{MS}{T} = 20,78$.

» 5. *Acétone méthyléthylique.* — Point d'ébullition pour $H_0 = 760^{mm}$: $79°,54$.

» La moyenne des trois expériences faites avec cette substance égale $103^{cal},44$.

» L'expérience extrême en diffère de 0,22 pour 100; $\frac{MS}{T} = 21,13$.

» La valeur moyenne de la constante pour les cinq acétones étudiés est égale à 20,82 et diffère d'un peu moins de 1,5 du nombre extrême.

HYDROCARBURES SATURÉS DE LA SÉRIE GRASSE.

» 6. *Décane.* — Point d'ébullition pour $H_0 = 760^{mm}$: $159°,45$.

» La moyenne des cinq expériences faites avec cette substance est égale à $60^{cal},83$.

» L'expérience extrême en diffère de 0,44 pour 100; $\frac{MS}{T} = 19,98$.

» 7. *Octane normal.* — Point d'ébullition pour $H_0 = 760^{mm}$: $124°,9$.

» La moyenne des cinq expériences faites avec cette substance est égale à $70^{cal},92$.

» L'expérience extrême en diffère de 0,34 pour 100; $\frac{MS}{T} = 20,32$.

» La moyenne du nombre trouvé pour les deux hydrocarbures est égale à 20,15 et diffère de chacun d'eux de 0,84 pour 100.

ÉTHERS DE L'ACIDE CARBONIQUE.

» 8. *Éther diéthylique.* — Point d'ébullition pour $H_0 = 760^{mm}$: $126°,28$.

» La moyenne des quatre expériences faites avec cette substance égale $72^{cal},8\frac{1}{2}$.

» L'expérience extrême en diffère de 0,16 pour 100; $\frac{MS}{T} = 21,53$.

» 9. *Éther diméthylique.* — Point d'ébullition pour $H_0 = 760^{mm}$: $90°,30$.

» La moyenne des quatre expériences faites avec cette substance égale $87^{cal},87$.

» L'expérience extrême en diffère de 0,09 pour 100; $\frac{MS}{T} = 21,76$.

» La valeur moyenne des nombres trouvés pour les deux éthers égale 21,65 et diffère de chacun d'eux de 0,55 pour 100.

» Actuellement, grâce aux recherches de MM. Berthelot, Ogier, Schiff et à celles qui ont été exécutées par moi, on connaît les chaleurs latentes de vaporisation de substances appartenant à divers groupes de la Chimie organique; des deux premiers acides gras, des éthers des acides gras, des hydrocarbures aromatiques, des alcools et des deux hydrocarbures de la série grasse saturée, des acétones de la série grasse et enfin de deux éthers de l'acide carbonique.

» Je crois que les conclusions tirées de nombres se rapportant à des groupes si divers de la Chimie organique présentent un certain caractère de généralité.

» Elles peuvent être formulées de la manière suivante :

» 1. Pour chacun des groupes qui ont été étudiés, la valeur de $\frac{MS}{T}$ est à peu près constante.

» 2. Elle varie d'une manière notable (de 26,5 à 19,8) pour les divers groupes de substance.

» En étudiant les résultats des expériences de R. Schiff, Oswald (*Lehrbuch des Allgemeines Chemie*, Vol. I, p. 356) a indiqué que l'expression $\frac{MS}{T}$ donne le moyen d'obtenir par le calcul les chaleurs latentes de vaporisation avec une approximation d'à peu près 15 pour 100.

» La valeur de $\frac{MS}{T}$ ne variant que très peu pour les substances composant un groupe de corps isomères et homologues, on peut très facilement obtenir les chaleurs latentes de vaporisation avec une précision beaucoup plus grande (de 1 à $1\frac{1}{2}$ près); il suffit pour cela de déterminer expérimentalement la chaleur latente de vaporisation d'une des substances appartenant à un groupe de la Chimie organique; de calculer, d'après les données de l'expérience, la valeur de $\frac{MS}{T}$ qui en découle, à l'aide de laquelle on détermine la chaleur latente de vaporisation de chacune des substances qui font partie de ce groupe. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés potassiques peroxydés de la benzoquinone.* Note de M. Ch. Astre, présentée par M. Friedel.

« En étudiant l'action du potassium métallique, de l'éthylate de potassium et de la potasse en solution alcoolique sur la benzoquinone (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 326 et p. 530), j'ai signalé la formation de dérivés potassiques quinonhydriques et quinoniques, corps très instables et s'altérant à l'air avec la plus grande facilité.

» L'altérabilité de ces composés nous a naturellement conduit à étudier les produits ultimes de l'oxydation des dérivés obtenus en faisant agir de la potasse sur la benzoquinone; c'est cette étude qui fait l'objet de la présente Note.

» *Dérivé bipotassique peroxydé de la benzoquinone* $C^6K^2O^6$. — On ajoute de la benzoquinone, en solution dans l'alcool absolu, à une solution alcoolique de potasse, cette dernière étant employée en quantité un peu supérieure à celle théoriquement nécessaire pour former le dérivé bipotassique (3 molécules de potasse environ pour 1 molécule de quinone). Le mélange s'échauffe et se colore en brun foncé.

» La liqueur, chauffée au bain-marie à 70°-75°, est traitée par un courant d'oxygène pur et sec, que l'on maintient tant qu'il y a absorption gazeuse, de manière à assurer la saturation complète du dérivé potassique formé; de huit à dix heures suffisent pour obtenir ce résultat.

» On observe, dans cette opération, la formation d'un produit noirâtre, cristallin, très hygroscopique. L'eau le dissout très facilement en le dissociant.

» On le recueille sur un filtre et le tout, essoré sur des plaques poreuses, est séché dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique. Il faut éviter les lavages à l'alcool, qui entraîneraient une dissociation partielle du produit.

» Le corps ainsi obtenu est anhydre. L'analyse en centièmes montre qu'il répond à la composition du dérivé bipotassique peroxydé $C^6K^2O^6$.

» L'opération a été répétée en faisant intervenir un grand excès de potasse (4 ou 5 molécules de potasse pour une molécule de quinone). Nous voulions, par cet essai, fixer le terme ultime de saturation de l'hydrogène de la benzoquinone par le potassium.

» Or, même en opérant avec ce grand excès de base alcaline, nous n'avons pu réaliser une substitution d'ordre plus élevé que celle précédemment signalée; le produit obtenu dans ces conditions est identique, et par ses propriétés, et par sa composition, au dérivé bipotassique peroxydé que nous venons de décrire.

» Ce fait est très important à noter. Il montre, en effet, comme nous l'avions déjà fait prévoir dans nos recherches antérieures (*Comptes rendus*, ibid.), que la benzoquinone ne renferme dans sa molécule que deux atomes d'hydrogène remplaçables par un métal.

Dérivé monopotassique peroxydé de la benzoquinone C^6KHO^6.

a. Ce dérivé quinonique peut être obtenu en dissociant par l'eau la quinone bipotassique peroxydée dont nous venons d'indiquer le mode de préparation.

» A cet effet, on dissout dans l'eau le dérivé bipotassique peroxydé et, après dissolution complète, on ajoute de l'alcool concentré en quantité suffisante pour porter à 70° environ le titre alcoolique de la liqueur. On détermine ainsi la formation d'un précipité noir, lequel est recueilli sur un filtre, lavé à l'alcool à 70° et desséché (1).

» *b.* Pour obtenir directement le dérivé monopotassique peroxydé de la benzoquinone, on ajoute, par petites portions et en agitant, de la benzoquinone à une solution aqueuse étendue de potasse, cette dernière étant employée en quantité un peu supérieure à celle qu'exige la théorie pour la formation du dérivé quinonique monopotassique ($1^{mol},5$ de potasse environ pour 1^{mol} de quinone).

» La liqueur colorée en brun foncé, chauffée au bain-marie à 75°-80°, est traitée par un courant d'oxygène privé d'acide carbonique, que l'on maintient tant qu'il y a absorption de gaz.

» La saturation étant complète, on ajoute de l'alcool concentré en quantité suffisante pour porter à 70° le titre alcoolique du mélange. On observe la formation d'un abondant précipité noirâtre. Ce produit recueilli sur un filtre est lavé à l'alcool à 70°, et séché dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique (2).

» *Action de l'oxygène sur une solution potassique d'hydroquinone.* — De l'hydroquinone, en solution dans l'alcool absolu, a été mélangée avec une solution alcoolique de potasse, dans les proportions de 3 molécules de potasse pour 1 molécule d'hydroquinone.

» La liqueur, chauffée au bain-marie à 70°-75°, a été traitée, jusqu'à saturation complète, par un courant d'oxygène pur et sec. Nous avons ainsi obtenu un abondant précipité noir, cristallin, lequel recueilli sur un filtre, essoré et desséché dans le vide sec, présente la composition de la quinone bipotassique peroxydée $C^6K^2O^6$ précédemment décrite.

» Les solutions aqueuses des dérivés potassiques peroxydés de la benzoquinone, traitées par un acide donnent un abondant précipité noir (3).

---

(1) Le dosage du potassium dans ce produit a donné : Trouvé en centièmes, 18,93 et 19,11; théorie pour C^6KHO^6, 18,75.

(2) Le corps ainsi obtenu est anhydre. Le dosage du potassium a donné : — Trouvé en centièmes, 19,01 et 18,79; théorie pour C^6KHO^6, 18,75.

(3) Nous avons commencé, en collaboration avec M. J. Ville l'étude de ce corps; nous publierons prochainement les résultats de nos recherches.

» En résumé, l'étude des dérivés potassiques peroxydés de la benzoquinone montre que ce corps ne renferme, dans sa molécule, que deux atomes d'hydrogène remplaçables par un métal.

» Ces résultats mettent en évidence la nature dicétonique de la benzoquinone. Ils nous autoriseront à proposer pour ce corps une formule de constitution qui, mieux que les formules déjà proposées, rendra compte des propriétés connues et qui nous permettra d'expliquer facilement l'existence et la constitution des différents corps que nous avons décrits. Cette formule de constitution de la benzoquinone sera développée dans une prochaine Note. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la composition des riz importés en France.* Note de M. **Balland**.

« 1. Les principales variétés de riz décortiqués que l'on trouve sur les marchés français sont : les riz Arracan, ou de Birmanie (Bassein, Moulmein, Rangoon); les riz Caroline; les riz de l'Inde (Akyab, Calcutta); les riz du Japon; les riz de Java; les riz du Piémont et les riz de Saïgon ou de Cochinchine. Ils présentent une composition qui oscille entre les données suivantes :

	Minimum pour 100.	Maximum pour 100.
Eau	10,20	16,00
Matières azotées	5,50	8,82
» grasses	0,15	0,75
» sucrées et amylacées	75,60	81,35
Cellulose	0,18	0,42
Cendres	0,14	0,58

» L'acidité est comprise entre 0,032 et 0,062; les matières sucrées entre 0,15 et 0,50; le poids moyen de 1000 grains varie entre $10^{gr},5$ et $23^{gr},7$.

» 2. La composition diffère comme il suit, avec les diverses sortes commerciales :

		Eau pour 100.	Marières azotées pour 100.	grasses pour 100.	amylacées pour 100.	Cellulose pour 100.	Cendres pour 100.	Poids de 1000 grains.
Arracan	Minimum	11,80	5,55	0,25	78,41	0,18	0,14	$13^{gr},4$
	Maximum	14,20	7,50	0,65	81,03	0,39	0,54	22,3

		Eau pour 100.	Matières azotées pour 100.	Matières grasses pour 100.	Matières amylacées pour 100.	Cellulose pour 100.	Cendres pour 100.	Poids de 1000 grains.
Caroline	Minimum....	13,10	7,10	0,30	75,60	0,19	0,40	20,4 gr
	Maximum....	15,20	8,82	0,45	78,52	0,28	0,46	21,6
Indes...	Minimum....	11,70	6,14	0,15	78,60	0,21	0,34	17,0
	Maximum....	14,00	7,01	0,45	80,27	0,31	0,44	18,3
Japon..	Minimum....	12,30	5,50	0,25	77,64	0,21	0,28	18,3
	Maximum....	15,30	6,98	0,50	80,49	0,36	0,46	23,3
Java...	Minimum....	12,20	6,67	0,35	77,30	0,24	0,48	20,0
	Maximum....	14,80	6,86	0,55	79,56	0,34	0,58	22,8
Piémont	Minimum....	13,00	7,21	0,35	75,77	0,20	0,40	23,4
	Maximum....	16,00	7,70	0,45	78,21	0,23	0,44	23,7
Saïgon..	Minimum....	10,20	6,98	0,30	76,96	0,20	0,28	10,5
	Maximum....	15,00	8,38	0,75	81,35	0,42	0,56	17,4

» 3. On trouve les mêmes relations entre les riz travaillés et les riz bruts, tels qu'ils arrivent aux rizeries, c'est-à-dire plus ou moins mélangés de riz en paille (paddy); toutefois, les matières azotées, les matières grasses, la cellulose et les cendres sont en plus fortes proportions, alors que les matières amylacées sont diminuées d'autant. Sont également plus élevés : l'acidité ($0^{gr},043$ à $0^{gr},087$), les matières sucrées (0,56 à 0,90) et le poids moyen des grains ($15^{gr},6$ à $28^{gr},0$). L'humidité présente moins d'écart.

	Maximum pour 100.	Minimum pour 100.
Eau	11,20	13,30
Matières azotées	6,18	9,05
» grasses	1,85	2,50
» sucrées et amylacées	73,85	75,60
Cellulose	0,93	2,38
Cendres	1,20	2,20

» 4. Les analyses des riz Caroline et de Saïgon, qui se classent parmi les plus azotés, montrent qu'il n'y a pas de rapport entre la grosseur des grains et la proportion des matières azotées.

» 5. Le travail que l'on fait subir, en France, au riz brut pour le décortiquer et le glacer, en écartant le germe et les couches extérieures du grain qui sont les plus riches en azote, en matières grasses et en phosphates (cendres), lui enlève une grande partie de ses qualités nutritives.

C'est ainsi qu'un même riz de Saïgon a donné, à différents degrés de fabrication :

		Matières				
	Eau pour 100.	azotées pour 100.	grasses pour 100.	amylacées pour 100.	Cellulose pour 100.	Cendres pour 100.
Riz brut (environ 20 pour 100 de paddy)	13,10	8,24	2,15	73,65	1,34	1,52
Riz décortiqué à la main	11,00	9,05	2,80	64,93	1,12	1,10
Riz décortiqué à la machine	13,00	7,82	0,60	77,74	0,28	0,56
Riz décortiqué et travaillé	12,90	7,82	0,40	78,20	0,24	0,44
Riz décortiqué, travaillé et glacé	13,30	7,65	0,30	78,18	0,21	0,36

» Dans les grains recouverts de paille, il y a environ 80 pour 100 d'amande et 20 pour 100 de balle. La balle est sans valeur alimentaire : elle renferme jusqu'à 76 pour 100 de matières cellulosiques et 15 pour 100 de cendres siliceuses.

» Le riz de Cochinchine, malgré ses petits grains et son aspect peu avantageux lorsqu'il vient d'être décortiqué à la main, présente autant de cendres phosphatées et de matières azotées que certains blés, une plus forte proportion de matières grasses et moins de matières inertes (cellulose).

» 6. Le riz est un aliment plus nutritif qu'on ne l'admet généralement, et il y aurait avantage pour l'alimentation publique à restreindre l'usage des riz glacés et à favoriser la consommation des grains naturels simplement dépouillés de leur enveloppe ([1]).

» Il y aurait un grand intérêt pour la richesse nationale à multiplier les importations en France des riz de nos possessions de l'Indo-Chine ([2]) et à

([1]) « Le riz, écrit Michel Lévy (*Traité d'hygiène publique et privée*, t. I, p. 656), est de toutes les céréales la plus pauvre en principes azotés, en matières grasses et en sels minéraux. C'est à tort que l'administration de la Guerre le maintient comme une denrée très nutritive dans les approvisionnements de siège et de campagne. » Cette opinion, qui est encore celle de la plupart des hygiénistes, si elle peut être discutée en ce qui concerne les riz blanchis et glacés, doit être combattue lorsqu'il s'agit de grains simplement décortiqués. Le riz sous cette dernière forme constitue un bon aliment. Sans invoquer ce qui se passe en extrême Orient où, de temps immémorial, le riz est la base de l'alimentation, rappelons que, pendant l'expédition d'Egypte, les soldats furent nourris presque exclusivement avec du riz et que, de l'aveu de Desgenettes, leur santé n'en souffrit en aucune manière.

([2]) D'après les *Documents statistiques sur le Commerce de la France*, publiés par

remplacer en partie par du riz le blé que nous demandons chaque année à l'étranger. La ration du soldat qui, depuis plus d'un siècle, est fixée à 30^{gr} de riz, pourrait être modifiée, et cet aliment, qui se transporte facilement et se conserve bien, comme le prouvent les analyses de riz ayant une dizaine d'années, pourrait avantageusement accroître nos réserves de guerre. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la toxicité de l'acétylène.* Note de M. **N. Gréhant** (¹), présentée par M. H. Moissan.

« Grâce à l'extrême obligeance de M. Moissan, qui m'a donné un poids de carbure de calcium suffisant pour préparer plusieurs centaines de litres d'acétylène, j'ai pu faire une série d'expériences comparatives, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» J'ai fait introduire, dans une potiche à mercure bien sèche, 400^{gr} de carbure de calcium; un bouchon de caoutchouc percé de deux trous recevait un entonnoir de verre à robinet et un tube abducteur, qui conduisait le gaz obtenu par l'écoulement de l'eau à travers un barboteur de Cloez qui permettait de régler le dégagement; lorsque tout l'air était chassé et lorsque le gaz obtenu brûlait sans détoner, on recevait l'acétylène dans un grand gazomètre de laiton (modèle du Dr de Saint-Martin).

» J'ai composé successivement des mélanges titrés d'acétylène, d'air et d'oxygène, renfermant toujours 20,8 d'oxygène comme l'air atmosphérique.

» *Mélange à* 20 *pour* 100. — J'ai fait respirer à un chien un mélange renfermant 20 pour 100 d'acétylène : l'animal est resté calme, les mouvements respiratoires offraient beaucoup d'amplitude; au bout de trente-cinq minutes, 42^{cc} de sang artériel ont été injectés dans le récipient vide de la pompe à mercure, et j'ai extrait les gaz qui ont été recueillis sur le mercure dans une petite cloche à robinet de verre; après l'absorption de l'acide carbonique par la potasse, le résidu gazeux a été introduit dans le grisoumètre dont l'ampoule était remplie d'air aux trois quarts, et le mélange gazeux était contenu dans l'ampoule et dans toute la longueur du tube gradué; au

---

la Direction générale des Douanes, il a été importé, en 1894, 86322858^{kg} de riz en paille, dont 57658230^{kg} venaient de l'Indo-Chine française et 13945764^{kg} des Indes anglaises.

(¹) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

premier passage du courant, on vit une flamme bleue très claire et il se produisit une détonation avec un bruit sec : la réduction fut égale à 82,4 divisions et indiquait un volume assez considérable d'acétylène qui avait été absorbé par le sang : 1^{cc} d'acétylène donnant une réduction triple de celle que donne 1^{cc} d'oxyde de carbone, c'est-à-dire $3 \times 6,6 = 19^{d},8$ dans mon grisoumètre, 100^{cc} de sang contenaient 10^{cc} d'acétylène.

» *Mélange à* 40 *pour* 100. — L'oxygène de Passy renfermait 90 pour 100 d'oxygène pur; pour obtenir un mélange d'acétylène à 40 pour 100, le calcul a indiqué qu'il fallait ajouter à 55^{lit} de ce gaz 66^{lit} d'air et $16^{lit},5$ d'oxygène, de manière à préparer un mélange contenant 79 d'acétylène et 20,8 d'oxygène; un chien qui respira ce mélange, après avoir présenté une longue période d'agitation, fit circuler dans les poumons 112^{lit} du mélange; tout à coup, cinquante et une minutes après le début de l'expérience, l'animal étendit brusquement les pattes et mourut; il y eut arrêt du cœur; on aspira du sang dans la veine cave inférieure et l'on reconnut au grisoumètre la présence de 20^{cc} d'acétylène dans 100^{cc} de sang.

» *Mélange à* 79 *pour* 100. — J'ai composé un mélange d'acétylène et d'oxygène, tel que le gaz combustible remplaçait l'azote de l'air. Au début, un chien, astreint à respirer ce mélange, présenta une agitation continuelle, des mouvements respiratoires très amples ; onze minutes après, on observa des convulsions générales; vingt-sept minutes après le début, il y eut extension des pattes, quelques mouvements respiratoires agoniques qui précédèrent la mort.

» Ce mélange à 79 pour 100 fut conduit dans une cloche qui renfermait un cobaye; en six minutes, l'animal tomba sur le flanc, présenta des convulsions, des mouvements cloniques des membres et de la tête; au bout de trente-neuf minutes, on retira l'animal qui resta couché sur le flanc; quelques minutes plus tard, le cobaye se releva et parut rétabli, mais il mourut pendant la nuit.

» Je conclus de mes expériences que l'acétylène est toxique lorsqu'on emploie une dose élevée, comprise entre 40 pour 100 et 79 pour 100; l'emploi du grisoumètre a permis de retrouver facilement ce gaz dans le sang.

» J'ai tenu aussi à comparer la toxicité de l'acétylène à celle du gaz d'éclairage :

» En partant de ce résultat, qui a été souvent fourni par l'analyse, que le gaz d'éclairage renferme 7 pour 100 d'oxyde de carbone, j'ai fait composer un mélange de 115^{lit} d'air, 5,3 d'oxygène et 20^{lit} de gaz d'éclairage qui devait renfermer 1 pour 100 d'oxyde de carbone et 20,8 d'oxygène. Un chien astreint à respirer ce mélange a présenté au bout de trois minutes une vive agitation, au bout de six minutes des mouvements d'agitation très violents; on fit, dix minutes après le début de l'expérience, une prise de sang dans l'artère carotide et de 100^{cc} on put retirer 27^{cc} d'oxyde de carbone; l'animal détaché resta couché sur le sol, il était très malade, et si l'expérience avait duré quelques minutes de plus, il serait mort; le gaz d'éclairage est donc beaucoup plus toxique que l'acétylène.

» Il ne faut pas perdre de vue que ces mélanges sont très détonants; aussi j'avais pris la précaution de faire installer le gazomètre dans le jardin de mon laboratoire, afin d'éviter toute espèce d'accident. »

M. **Berthelot** rappelle à cette occasion quelques expériences qu'il avait faites, il y a trente ans, avec Cl. Bernard, sur la toxicité de l'acétylène. En opérant avec de l'air mélangé de quelques centièmes d'acétylène pur, ils ont observé que les oiseaux, sur lesquels ils ont opéré (moineaux), ne paraissaient pas en souffrir d'une manière notable.

Les expériences intéressantes de M. Gréhant nous apprennent qu'il devient toxique à une dose très considérable, circonstance corrélative sans doute de son aptitude à se combiner avec les globules du sang.

La toxicité serait évidemment bien plus marquée si l'acétylène était mélangé d'oxyde de carbone, ou d'acide cyanhydrique : comme il arrive parfois lorsque ce gaz est extrait par l'acide chlorhydrique de l'acétylure cuivreux préparé, soit par la combustion incomplète d'un gaz d'éclairage contenant de l'ammoniaque; soit par l'action de l'arc ou de l'étincelle électrique sur l'acétylène mélangé d'azote; soit, ce qui revient au même, par l'action de l'arc électrique sur le carbone, en présence de l'hydrogène mélangé d'azote.

M. **H. Moissan** demande à l'Académie la permission d'ajouter quelques remarques à l'observation de M. *Berthelot* et à la Communication de M. *Gréhant*.

« Lorsque j'ai eu publié le premier la préparation, au four électrique, du carbure de calcium pur et cristallisé, j'ai eu l'occasion, en le décomposant par l'eau, de manier de notables quantités de gaz acétylène. J'en ai comprimé plusieurs fois dans un cylindre d'acier d'un volume de 1500^{cc} environ et j'ai fait quelques expériences avec l'acétylène liquide. Le gaz pur obtenu dans ces conditions a une odeur éthérée très agréable; j'en ai respiré souvent en petite quantité sans en avoir jamais été incommodé. Lorsque le carbure de calcium est obtenu avec de la houille et de la chaux impure, il peut renfermer des sulfures et phosphures de calcium, et l'acétylène qu'il fournit possède alors une très mauvaise odeur.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la Sérothérapie dans le traitement du cancer.* Note de MM. **J. Héricourt** et **Ch. Richet**, présentée par M. Marey.

« Depuis notre première Communication ([1]), nous avons pu, grâce à l'obligeance de beaucoup de nos confrères, MM. P. Reclus, Pinard, F. Terrier, Faure, Tuffier, Hallopeau, Livon, Estor, P. Langlois, etc., étudier les effets de la Sérothérapie sur un assez grand nombre de malades. Les observations de ces médecins et celles qui nous sont personnelles sont au nombre d'environ 50, auxquelles il faut encore ajouter : celles de M. Boureau ([2]); celles de M. Boinet de Marseille ; de M. Ferré de Bordeaux ([3]); de MM. Salvati et de Gaetano ([4]), qui ont, les uns et les autres, traité des néoplasmes par la méthode que nous avons indiquée.

» Toutes ces observations sont très concordantes, si bien qu'on peut aujourd'hui, avec une certaine précision, connaître les effets de ce nouveau mode de traitement.

» A. *Les douleurs diminuent.* — C'est là un effet, qui était tout à fait inattendu, des injections de sérum. On sait que, dans les néoplasmes, il y a des douleurs très vives, continues ou avec exacerbations nocturnes. Mais, après les injections, on note un apaisement presque immédiat, qu'on observe parfois dès la première injection. Ce phénomène remarquable se maintient tout le temps que dure le traitement, et même continue après qu'on l'a interrompu. En outre, il est presque constant, et le fait que des douleurs, dues à des néoplasmes, n'aient pas été très amendées par les injections de sérum est absolument exceptionnel.

» B. *Les ulcérations s'améliorent.* — Les plaies, recouvertes d'un enduit grisâtre, avec un écoulement sanieux, ichoreux, souvent sanguinolent et fétide, subissent une transformation rapide. Elles se détergent, prennent l'aspect des bourgeons granuleux normaux ; et la cicatrisation peut même se pousser très loin. Dans trois cas d'ulcérations épithéliomateuses du col

---

([1]) *Traitement d'un cas de sarcome par la Sérothérapie* (*Comptes rendus,* 29 avril 1895).

([2]) *Bull. de la Soc. de Biologie de Paris,* 27 juillet 1895. — *Gazette hebdomadaire,* 14 septembre 1895, p. 441.

([3]) Congrès de Bordeaux (*Médecine moderne,* 24 août 1895, p. 543).

([4]) *Riforma medica,* 19 et 26 août 1895, p. 495 et 507.

de l'utérus, dans deux cas d'ulcérations cancroïdales de la langue et des lèvres, dans deux cas d'ulcérations carcinomateuses très étendues du sein, la cicatrisation a été presque complète, laissant à peine quelques millimètres carrés de bourgeons cancéreux non cicatrisables. Notons enfin que la tendance aux hémorragies s'amende rapidement.

» C. *Les tumeurs diminuent de volume.* — Pour bien apprécier la nature de cette diminution, parfois considérable, il faut envisager : 1° le gonflement des tissus voisins du néoplasme; 2° les ganglions lymphatiques engorgés en rapport avec le néoplasme; 3° le néoplasme lui-même. Or : 1° l'infiltration des tissus voisins de la tumeur, indurés, épaissis, se résorbe rapidement; 2° les ganglions engorgés se réduisent et, dans la moitié des cas environ, arrivent à n'être plus que de petits noyaux indurés; 3° le néoplasme lui-même subit parfois des diminutions considérables. Dans trois cas de carcinome du sein récidivé, cette réduction, notée exactement, est arrivée jusqu'au tiers des dimensions primitives. Dans un cas d'ostéosarcome du fémur non ulcéré, la diminution de volume a été également considérable, cessant quand on suspendait les injections, pour recommencer quand les injections étaient reprises, sans qu'on ait pu toutefois faire diminuer la tumeur de plus de moitié.

» D. *L'évolution de la maladie est retardée.* — Dans les cas les moins favorables, sauf encore quelques exceptions, les injections de sérum, tout en ne diminuant guère la tumeur, en ont retardé l'évolution d'une manière évidente. C'est un fait que nous n'hésitons pas à affirmer, quoiqu'il s'agisse d'une constatation difficile à faire.

» Ce retard est surtout appréciable dans la période qui suit la phase de réduction.

» E. *L'état général s'améliore.* — Cette amélioration se fait parfois dans des proportions telles, que des malades, auxquels les médecins ne donnaient plus que quelques jours de vie, ont pu survivre deux, trois mois et plus; et quelques-uns de ceux-là vivent encore.

» Bien entendu, tous ces phénomènes sont variables en intensité, et il est des cas, peu nombreux il est vrai, où aucune amélioration, ni générale, ni locale, n'a été notée.

» Mais, dans l'ensemble, pour les quatre cinquièmes des cas, le tableau des améliorations dues à la Sérothérapie, tel que nous venons de le tracer, est rigoureusement exact.

» Malheureusement *cette amélioration ne va pas jusqu'à la guérison.* Parfois, au bout d'un mois, un mois et demi, deux mois, une accoutumance

aux effets du sérum s'établit. L'état général et local, au lieu de poursuivre son amélioration, reste stationnaire, puis finit par revenir (lentement, il est vrai) au point de départ. De nouveaux foyers cancéreux se produisent au voisinage des anciens foyers partiellement guéris. Mais l'évolution de cette récidive est beaucoup plus lente que ne l'avait été celle de la maladie primitive.

» Ces injections de sérum sont inoffensives. Elles produisent vers la troisième ou quatrième injection, rarement plus tôt, quelquefois plus tard, une éruption urticaire, érythémateuse, comme en produisent d'ailleurs tous les sérums, ainsi que nous l'avions constaté les premiers dans nos essais de Sérothérapie datant de 1890 (*Bull. de la Soc. de Biol.*, 17 janvier 1891). Dans quatre cas, l'injection a provoqué des accidents syncopaux (rapidement dissipés) dont la cause nous est encore inconnue.

» Peut-être les injections sérothérapiques seraient-elles de nature à empêcher, ou tout au moins à ralentir les récidives. Deux cas nous autorisent à formuler provisoirement cet espoir. Qui sait si, en combinant cette méthode à l'opération par l'instrument tranchant, on n'obtiendra pas des résultats favorables. C'est un point important sur lequel nous attirons l'attention des chirurgiens.

» Ce sérum, préparé d'après la méthode que nous avons indiquée, est-il ou non spécifique? Il est difficile de l'affirmer en toute certitude. Toutefois, un cas observé par M. Ferré, et un autre par l'un de nous, tendent à nous faire croire que, si le sérum d'un animal normal n'est pas tout à fait sans action, il est bien moins actif que le sérum d'un animal immunisé. C'est ce que nous avions vu en 1888, pour le *Staph. pyosepticus*, et en 1890 pour le microbe de la tuberculose.

» En somme, pour conclure, nous pouvons dire que, si le traitement sérothérapique n'est pas encore apte à guérir radicalement les néoplasmes, il les améliore du moins rapidement, et à un degré tel, qu'aucun traitement connu n'est capable, à beaucoup près, de produire des effets qui se rapprochent autant de la guérison complète. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Lamellibranche nouveau* (Scioberetia australis), *commensal d'un Échinoderme*. Note de M. **Félix Bernard**, présentée par M. Edmond Perrier.

« En étudiant la collection des Échinides recueillis par l'Expédition du cap Horn, en 1882-1883, j'ai eu l'occasion d'examiner plusieurs exem-

plaires d'un Spatangidé, *Tripylus excavatus* Phil., et j'ai constaté que cet Oursin était vivipare. Mais, tandis que la plupart des individus portent des jeunes en voie de développement dans les zones ambulacraires déprimées, sur deux individus les jeunes faisaient défaut et étaient remplacés par un Lamellibranche, dont la taille maximum ne dépasse pas 3^{mm}. J'ai pu étudier cet animal par dissection sur trois échantillons, et par coupes sur un quatrième : la conservation en est très satisfaisante.

« La coquille est tout entière comprise dans l'épaisseur du *manteau;* elle ne couvre pas la moitié de la largeur de l'animal. Le manteau, au contraire, l'enveloppe complètement. Il se prolonge en avant par une gouttière rappelant le siphon des Gastéropodes; il se soude à lui-même sur la ligne médiane en arrière et laisse seulement un orifice postérieur, au centre d'une aire circulaire. La *coquille,* très mince, équivalve, tronquée en arrière, porte des stries rayonnantes et son bord ventral est légèrement plissé. Pas d'impressions musculaires ni palléales. Aux sommets, non saillants, se voit la coquille embryonnaire. Les bords cardinaux des deux valves ne sont en contact que le long de la coquille embryonnaire; plus loin, ils sont écartés et reliés par un mince ligament épidermique. Le ligament proprement dit est interne et occupe toute la charnière embryonnaire; en le dissolvant par l'hypochlorite de soude, on voit que la charnière a gardé exactement la conformation qu'elle avait chez les embryons, que l'on rencontre en abondance avec les adultes. Elle présente à son sommet une petite fossette ligamentaire interrompant le bord cardinal, et, de chaque côté, des crénelures parallèles semblables à celles qui existent chez les embryons d'une foule d'Acéphales (*Nucula, Mytilus, Arca,* etc.). Chez l'adulte, le ligament déborde sur toutes ces productions, et il ne se forme ni plateau cardinal ni dents proprement dites.

» En opposition avec cette persistance du type embryonnaire de la coquille, l'organisation interne montre une spécialisation avancée.

» Les *muscles adducteurs,* très réduits, se voient (en coupe) à leur place habituelle. Le *pied* est peu développé, divisé en un lobe antérieur et un lobe postérieur; à l'état de rétraction due à l'alcool, il montre une profonde rainure longitudinale qui correspond manifestement à une sole reptatrice. Pas de *byssus. Système nerveux* normal, à ganglions très volumineux.

» *Tube digestif* très simple. La bouche s'ouvre à la face dorsale de la masse viscérale; de chaque côté il y aboutit une rainure profonde, limitée par deux lèvres représentant les palpes labiaux rudimentaires, et s'étendant sur les côtés jusqu'à la base des branchies. Œsophage droit, dorsal; vaste estomac où débouche largement la glande digestive (foie) qui occupe les deux tiers antérieurs de la masse viscérale, et forme en trois endroits la paroi de l'estomac. Celui-ci présente à droite un cœcum qui paraît sécréter un stylet hyalin; l'intestin postérieur se porte ventralement puis dorsalement; en sortant de la masse viscérale il traverse le ventricule et se termine par un court rectum en forme de cloche.

» *Reins* très réduits, à l'extrémité postérieure de la masse viscérale, à son union avec le manteau. Orifices rénaux en arrière des orifices génitaux. *Glande génitale* hermaphrodite, occupant le tiers postérieur de la masse viscérale.

» Les *Branchies* sont les organes les plus intéressants. De chaque côté existe une seule lame branchiale, recourbée en un dièdre dont l'arête antérieure est occupée par un vaisseau sanguin. L'un des feuillets se soude par son bord au manteau et l'autre à la masse viscérale et, le long de ces lignes de soudure, existe un vaisseau (ou sinus); de plus, les deux branchies se soudent l'une à l'autre par leur pointe sur la ligne médiane, où elles se détachent du corps. Ainsi est déterminée une cavité palléale postérieure, ne communiquant avec l'antérieure que par un orifice médian entre la masse viscérale et le point d'union des deux branchies. Cette cavité postérieure est utilisée comme une *chambre incubatrice*, dont la nature paraît très différente de celle de l'*Entovalva* [autant qu'on peut en juger par la description très sommaire de Voeltzkow ([1])]. Chaque lame branchiale est formée d'un repli *continu* du manteau; sa surface antérieure porte des épaississements fortement ciliés, simulant des filaments parallèles au bord cardinal, avec un canal sanguin à leur intérieur. Des orifices espacés, en forme d'entonnoir évasé en arrière, traversent la lame entre les épaississements. Il semble naturel de voir dans cet organe une série de filaments soudés; mais, vers la pointe de la branchie qui semble en voie d'accroissement, on voit que la lame se creuse d'orifices et présente des épaississements ciliés nouveaux, et ne présente nulle part de filaments libres.

» Des trabécules transversaux unissent le feuillet palléal au feuillet viscéral.

» Dans un prochain Travail, je discuterai l'interprétation que l'on peut donner à cette branchie; je ferai connaître l'anatomie des embryons et je m'occuperai des affinités de ce type. Ces affinités me semblent s'établir avec les Erycinidés, les Galéommidés, et avec deux types encore mal connus, *Chlamydoconcha* Dall et surtout *Entovalva* Voeltzkow ([2]). Néanmoins, les caractères anatomiques me semblent assez spéciaux pour justifier une nouvelle coupure générique, et je proposerai pour ce Lamellibranche le nom de *Scioberetia australis* ([3]). »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des terrains à lignites du sud du Chili : le groupe d'Arauco, équivalent chilien du groupe de Laramie et de Chico-Tejon de l'Amérique du Nord.* Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. Fouqué.

« Je me suis proposé de déterminer l'âge des terrains à lignites de la région australe du Chili, depuis San Rosendo jusqu'à Lebu (baie d'Arauco)

([1]) Voeltzkow, *Entovalva mirabilis* (*Zool. Jahrb.*, *System.*, t. V; 1890).

([2]) Dall, *Science* (New-York), t. IV; 1885. — Voir *Journal de Conchyol.*, t. XXXV. — Voeltzkow, *loc. cit.*

([3]) Ce travail a été fait au laboratoire de Malacologie du Muséum.

et de chercher s'il y a, dans cette région, des charbons antérieurs au terrain crétacé supérieur. Darwin, d'Orbigny, Pissis, Domeyko, Crosnier, Enrique Concha-Toro, Paulino del Barrio, Fuchs et Mallard, etc., considèrent la formation lignitifère du bassin du Bio-Bio comme tertiaire, l'équivalent de l'éocène inférieur, ou comme appartenant à la craie supérieure et à l'éocène.

» La formation lignitifère du versant occidental de la Cordillère de Nahuelbuta est constituée par une succession de couches concordantes sur toute leur épaisseur, de grès gris, blanchâtres, généralement verdâtres, qui ont l'apparence de grès glauconiens; d'argiles grises, blanchâtres, noirâtres, passant à des argiles schisteuses avec empreintes de plantes dicotylédones; le tout incliné de 16° à 20°, généralement à l'ouest ou au sud-ouest. L'île de la Quiriquina, Talcahuano, Coronel, Lota, Colico, Curanilahue, Lebu, etc., sont les localités où l'on peut le mieux observer la formation lignitifère.

» A la Quiriquina, Talcahuano, San Vicente, Cirquens, Tomé, à la base des grès reposant sur les schistes anciens, on trouve des couches avec les fossiles suivants :

» *Ammonites gemmatus* (Hupé), *Baculites vagina* (Forbes), *B. ornata* (d'Orb.), *B. anceps* (Ph.), *Nautilus Dekayi* (Morton), *N. Orbignyanus* (Forbes), *N. Valenciennesii* (Hupé), *N. araucanus* (Phil.), *Scalaria chilensis* (d'Orb.), *Fusus difficilis* (d'Orb.), *Pyrula Hombroniana* (d'Orb.), *P. longirostris* (d'Orb.), *Trigonia Hanetiana* (d'Orb.), *Cardium Auca* (d'Orb.), *Arca araucana* (d'Orb.), etc.

» D'Orbigny cite (*Voyage à l'Amérique méridionale*) 14 espèces de fossiles de la Quiriquina, qu'il considère en 1842 comme tertiaires et comme crétacés en 1850-1852 (*Prodrome*). La présence de cette faune avec *Ammonites, Baculites, Trigonies,* etc. à la base de la formation lignitifère de la baie d'Arauco, n'indique nullement la période tertiaire; les affinités de cette faune sont plutôt crétacées que tertiaires; notons que les *Ammonites* et les *Baculites* vivaient dans l'Amérique méridionale quand ces types avaient déjà disparu des mers de l'ancien continent; au contraire, les plantes ont été en avance dans leur développement, là où les Mollusques céphalopodes ammonitidés ont été en retard, pour disparaître.

» Nous pouvons dès à présent établir cette proposition : Les terrains à lignites de la côte du Pacifique, de Talcahuano, la Quiriquina, Penco, Santa Anna, Dichato, Coronel, Lota, Curanilahue, Lebu, etc. ne sont pas tertiaires équivalents de l'éocène du bassin de la Seine; les Plésiosaures et les Mollusques cités ci-dessus ne sont pas tertiaires; en plus, les grès infé-

rieurs et les supérieurs sont concordants. D'un autre côté, nous pouvons démontrer que le terrain à lignites de cette même région n'est pas l'équivalent de la craie supérieure de l'Europe.

» Le professeur Engelhardt, qui a étudié les plantes fossiles de Coronel, Lota, etc., a reconnu que les affinités de cette flore sont plutôt tertiaires que crétacées et qu'elle dénote une température moyenne de peu supérieure à celle d'aujourd'hui dans les mêmes régions, enfin il reconnaît à cette flore un caractère éocène.

» M. Léo Lesquereux, M. Lester, F. Ward, qui ont étudié les plantes du groupe de Laramie et du Fort-Union (Amérique du Nord), ont établi les rapports d'affinités des plantes fossiles de ces groupes avec les flores du sénonien et de l'éocène.

» La formation lignitifère de la baie d'Arauco a donc à la fois des affinités tertiaires et crétacées et ne peut être assimilée ni à l'éocène, ni à la craie supérieure; elle a son équivalent exact dans le groupe de Laramie et plus spécialement dans le groupe de Chico-Tejon de la Californie. Le groupe de Chico-Tejon a son équivalent au Chili, où il est caractérisé, comme en Californie et l'Orégon, par l'association de fossiles marins d'affinités tertiaires avec Ammonites, Baculites, etc.; c'est ce groupe de formation arénacée qui s'étend des environs de Concepcion jusqu'au sud de Lebu, sur la côte du Pacifique, en s'appuyant sur la cordillère de Nahuelbuta que nous nommons *groupe d'Arauco* et qui représente l'aurore du monde éocène et la fin du monde crétacé; donc le groupe d'Arauco est l'équivalent chilien du groupe de Laramie des États-Unis et spécialement du groupe de Chico-Tejon de la Californie.

» Les résultats de mes études dans la région australe du Chili peuvent se condenser comme suit :

» 1° La formation lignitifère de la côte chilienne du Pacifique ou le *groupe d'Arauco* est l'équivalent du groupe de *Chico-Tejon*.

» 2° La partie inférieure, par sa faune, a des affinités crétacées; et ses fossiles d'affinités crétacées se trouvent avec des Mollusques d'affinités tertiaires; cette partie inférieure constitue notre étage *quiriquinien;*

» 3° Les strates puissantes de Coronel, Lota, et les assises supérieures de Talcahuano, etc., avec flore d'affinités tertiaires et une faune d'affinités éocènes avec quelques formes de l'étage inférieur, constituent notre deuxième étage *lautarien*;

» 4° La démarcation entre la craie supérieure et l'éocène inférieur ne

présente pas au Chili, ni à Chico-Tejon, sur la côte du Pacifique, les caractères nets de séparation qu'on observe ailleurs;

» 5° La création du groupe d'Arauco est justifiée à la fois par la Paléontologie et par la Stratigraphie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la marche diurne de l'humidité relative.* Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. F. Tisserand.

« On sait que presque partout sur la terre la marche diurne de l'humidité relative est inverse de celle de la température; elle présente un maximum le matin, qui correspond au minimum de la température, et *vice versa*.

» Or, d'après les observations hygrométriques que nous faisons, depuis 1893, à l'observatoire national d'Athènes, au moyen d'un hygromètre enregistreur à cheveux, système Richard, ces deux extrêmes principaux de l'humidité ne sont pas les seuls; l'oscillation diurne présente encore un autre maximum et un autre minimum.

» Le deuxième maximum que nous venons de constater, et qui, à ce que je sache, n'a été signalé nulle part jusqu'ici, a lieu en moyenne environ vers 7^h du soir en hiver et vers 8^h en été.

» Le deuxième minimum a lieu de deux à quatre heures après le nouveau maximum.

» Des deux maxima diurnes de l'humidité relative, celui du soir, quoique assez accentué, est le plus souvent le *secondaire*, celui du matin étant le *principal;* mais, très souvent aussi, il arrive que le maximum du soir est le principal, tandis que celui du matin est alors secondaire. Parmi 100 maxima principaux observés dans une même période de temps, 57 correspondent au matin et 43 au soir.

» Le maximum du soir, ainsi que celui du matin, naturellement ne se présente pas régulièrement tous les jours; il manque quelquefois, mais rarement. Cependant il a lieu plus fréquemment que celui du matin même. Sur 100 maxima, qui se sont produits pendant un certain temps, 47 appartiennent au matin et 53 au soir.

» Le minimum du soir n'est pas d'ordinaire aussi accentué que le maximum correspondant et se présente beaucoup moins souvent comme principal au lieu de l'ancien.

» Je crois qu'il faut chercher l'explication de cette double oscillation diurne de l'humidité relative dans la marche diurne des deux éléments, dont cette humidité est fonction, c'est-à-dire de l'humidité absolue (tension de vapeur) et de la température.

» L'observatoire d'Athènes étant situé à une distance de 5^{km} à peu près de la côte du Phalère, le maximum de l'humidité absolue y a lieu d'ordinaire le soir après le coucher du Soleil, presque en même temps que celui de la température de la mer voisine. A partir du moment où le minimum de l'après-midi a lieu, l'humidité relative va en augmentant à cause de la baisse de la température et de l'augmentation de l'humidité absolue; cette augmentation de l'humidité relative continue jusqu'au moment du maximum de l'humidité absolue, lorsque celle-ci commence à diminuer et, par conséquent, produit aussi la diminution de l'humidité relative, tandis que la baisse insensible ou relativement petite de la température ne peut pas l'emporter sur celle de la tension de vapeur pour continuer à la faire augmenter.

» A partir de ce moment, l'humidité relative continue à diminuer avec l'humidité absolue, tandis que la température baisse peu à peu graduellement. Au moment où la baisse de la température finit par l'emporter sur celle de l'humidité absolue, l'humidité relative recommence à monter; à ce moment on observe le minimum du soir, d'ordinaire avant minuit et quelquefois même après.

» Il arrive quelquefois, pour diverses raisons accidentelles, que le maximum de l'humidité absolue se produit vers 10^h du soir et plus rarement vers minuit, ou que la température baisse fortement à ces heures-ci ; alors le maximum de l'humidité relative du soir a lieu plus tard que d'ordinaire ou manque tout à fait.

» Ce phénomène de la double oscillation diurne de l'humidité relative, dépendant surtout de la marche de l'humidité absolue, ne peut certainement pas être particulier au climat d'Athènes; il doit être commun et presque le même à tous les lieux situés près de la mer, et très probablement aux climats continentaux aussi, mais moins accentué et dans des conditions différentes, à cause de la faible variation diurne et des autres caractères locaux de l'humidité absolue. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur de nouvelles observations dans le gouffre de Padirac (Lot)*. Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Daubrée.

« Après une sécheresse exceptionnelle, du 4 août au 30 septembre 1895, je suis redescendu, les 28 et 29 septembre, dans le gouffre de Padirac ([1]), avec MM. Rupin, Pradines, Delclaux, Pons, Aymard et Armand. Nous y sommes restés dix-neuf heures.

» Dans la soirée du 28 septembre 1895, la source souterraine du ruisseau, qui se trouve à 100^m de profondeur, ne coulait pas; le lendemain matin, à $7^h 30^m$, elle recommençait à jaillir et son débit augmenta progressivement pendant plusieurs heures (sans cependant atteindre à ceux de juillet 1889 et de septembre 1890). Cette fontaine est donc, comme celles de la surface, sujette à des variations et à des intermittences. Son assèchement ne devait pas durer depuis longtemps, car, dans la grande galerie principale, le ruisseau avait conservé un léger courant. Sa température était de 12°,3 C., au lieu de 14° en septembre 1890.

» Dans la portion du souterrain de Padirac la plus riche en concrétions stalagmitiques (lacs de la *Pluie*, des *Bouquets*, des *Bénitiers*), le suintement des voûtes n'était pas arrêté le 28 septembre, malgré la sécheresse prolongée, soit parce que la galerie, très élevée en ce point, recoupe quelque veine d'eau supérieure permanente, soit parce que l'infiltration s'effectue d'une manière particulièrement lente à travers un plafond épais ici de 40^m à 60^m. Cette continuité de l'infiltration avait maintenu le niveau général de la rivière souterraine à 10^{cm} ou 15^{cm} seulement en dessous de celui des années, beaucoup plus humides, 1889 et 1890.

» D'autre part, et contrairement à ce que nous avions cru d'abord, l'amplitude des variations de ce niveau n'a jamais atteint depuis cinq ans un demi-mètre, car nous avons retrouvé çà et là, à moins de 50^{cm} au-dessus de l'eau, divers objets légers qu'aucune crue n'avait enlevés depuis 1890. Même les traces de nos pas s'étaient conservées dans les parties argileuses, attestant qu'il n'y a plus jamais là de violent courant. — Le régime actuel des eaux de Padirac est donc calme, quoique irrégulier, et ce réservoir ne s'épuise pas en temps de sécheresse.

» A 1^{km} de l'entrée, la grande salle, où se trouvent deux lacs superposés

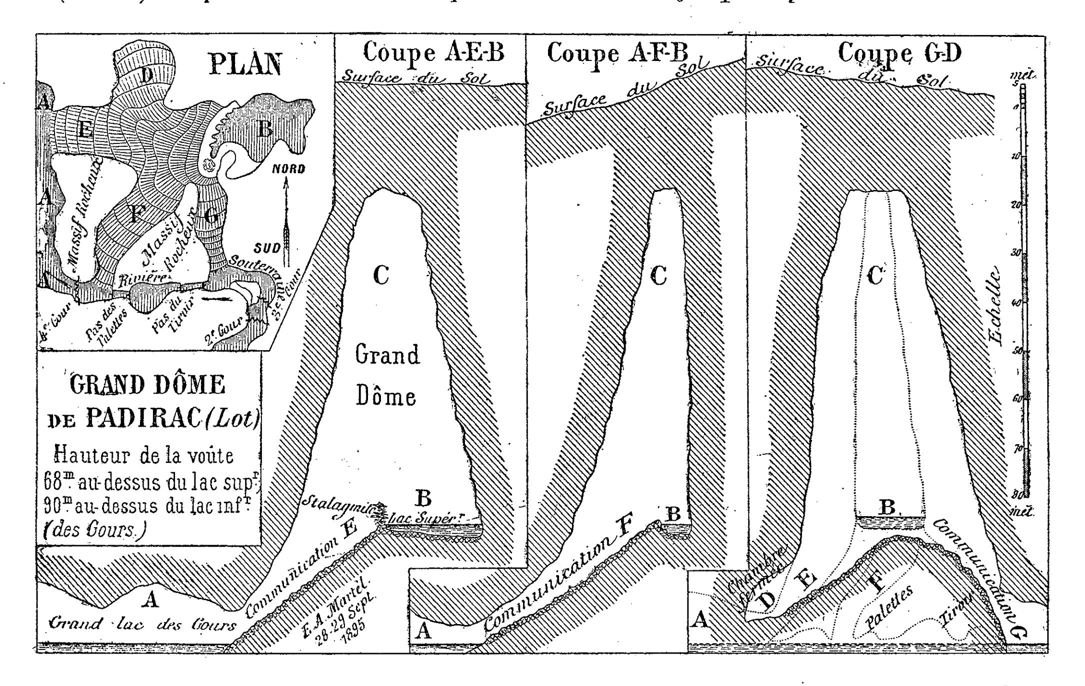
---

([1]) *Comptes rendus*, 9 octobre et 23 novembre 1889, et *Les abîmes*, Chap. XV.

à 22^{m} l'un au-dessus de l'autre, est une immense fissure naturelle du sol, large de 10 à 25^{m} et longue de 30 à 50^{m}.

» Nous en avions primitivement estimé la hauteur à 70 ou 80^{m}, mais elle s'élève en réalité à 90^{m} (mesurés, cette fois, avec une montgolfière).

» C'est, avec la salle du *Jubilé*, dans les cavernes de Saint-Cauzian (Istrie), *la plus haute caverne qu'on ait mesurée jusqu'à présent.* C'est sur-



tout un excellent type d'abîme inachevé, c'est-à-dire non ouvert par le haut ([1]).

» Si quelque notable ruisseau superficiel avait pu perforer par érosion et corrosion la voûte restée intacte jusqu'à présent, il se serait formé ici un abîme greffé latéralement sur une rivière souterraine, comme ceux de Rabanel (Hérault), du Mas Raynal (Aveyron), des Combettes (Lot) ([2]). L'épaisseur de la voûte doit être de 20^{m} au moins et de 40^{m} au plus. Grâce à l'étroitesse relative de la fissure, la production, en ce point, d'un effon-

([1]) La galerie de recherche de la *Speedwell-Mine* à Castleton (Derbyshire, Angleterre) a recoupé à 700^{m} de distance sous terre une fissure semblable, beaucoup plus étroite, mais probablement plus haute encore; sa forme irrégulière n'a pas permis d'en mesurer l'élévation. Elle ne se prolonge pas non plus jusqu'à la surface du sol.

([2]) Voir *Les Abîmes*, p. 141, 172, 221.

drement, comme celui qui a ouvert le grand puits de descente, ne paraît pas très probable, étant donnés surtout l'affaiblissement du débit actuel de la rivière souterraine de Padirac et le peu de puissance laissée à sa force érosive et corrosive. Il faudrait sans doute un violent tremblement de terre pour provoquer un tel affaissement. En tous cas, il sera prudent *de ne jamais exécuter de grands travaux superficiels de construction ou de voirie* aux abords de cet énorme vide souterrain.

» A l'extérieur, nous avons fini par rencontrer plusieurs petites sources aériennes, dont les eaux disparaissent, presque aussitôt sorties de terre, dans la longue faille qui court au sud du gouffre entre Miers et Saint-Céré; leur altitude et leur situation géologique indiquent nettement qu'elles concourent, avec l'infiltration, à l'alimentation du canal souterrain de Padirac.

» Enfin, nous avons appris qu'en septembre 1890, quelques jours après que nous avions jeté une solution de fluorescéine à l'extrémité de la rivière souterraine, une source qui jaillit dans le lit même de la Dordogne, près du pont de Carennac, à 7^{km} au nord du gouffre de Padirac, s'était montrée colorée pendant plusieurs heures.

» L'issue ne serait donc pas aux fontaines de Gintrac, à 4^{km} du gouffre, ainsi que nous l'avions supposé, mais bien 3^{km} plus loin. »

M. **Ad. Perrin** adresse une Note « Sur l'expression de l'accélération en Mécanique ».

M. **D.-A. Casalonga** adresse une « Analyse graphique des mouvements de la Terre et de la Lune autour de leurs centres de gravité ».

M. **J. Jacolin** adresse un « Projet d'une disposition destinée à capter l'électricité des nuages ».

M. **Ch. Dupuis** adresse une Note relative à une expérience d'Hydraulique.

M. **Aug. Coret** adresse un complément à sa Communication précé-

dente sur un appareil hydraulique propre à mettre en évidence le mouvement de rotation de la Terre.

Cette Note sera renvoyée à la Commission nommée.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 octobre 1895.

Leçons de Cosmographie, par MM. Tisserand, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris, et H. Andoyer, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Paris. Paris, A. Colin et Cie; 1 vol. in-8°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Octobre 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. Septembre 1895. Paris, 1 fasc. in-4°.

Marquis de Salisbury. — *Les limites actuelles de notre Science*. Discours présidentiel prononcé le 8 août 1894 devant la *British Association*, dans sa session d'Oxford, traduit par M. W. de Fonvielle. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Faye.)

Mémoires de la Société géologique de France. Paléontologie. Tome V. Fascicule II. Paris, 1895; in-4°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Octobre 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Bulletin d'août 1895. Paris; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 1er octobre 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Minutes of Proceedings of the Institution of civil engineers. Vol. CXXII. London, 1895; 1 vol. in-8°.

Report on introduction of domestic Reindeer into Alaska, by ACHELDON JACKSON. 1894. Washington, 1895; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 14 octobre 1895.)

Note de M. *G. Quesneville,* De la double réfraction elliptique, etc. :

Page 522, lignes 7 et 8 en remontant, *au lieu de* sin cot, cos cot, *lisez* $\sin \omega t$, $\cos \omega t$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 OCTOBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** invite, au nom de l'Académie, les Associés et les Correspondants nationaux et étrangers à adresser leurs portraits photographiques au Secrétariat. Les épreuves, dit-il, devraient être de même format (carte de visite, avec les plus grandes dimensions possibles données à la tête). Réunis dans un album, ces portraits nous feraient connaître les Membres qui n'ont pu assister aux fêtes du Centenaire, et nous rappelleraient les traits de ceux que nous avons eu, pendant trop peu de temps, le plaisir de voir parmi nous.

Discours prononcé par Lord **Kelvin**, Associé étranger de l'Académie des Sciences, en réponse a l'allocution du Président de l'Institut, a l'occasion du Centenaire.

Lord **Kelvin**, après avoir donné lecture d'une adresse de la Société Royale de Londres, s'est exprimé comme il suit :

« Personnellement les mots me font défaut pour dire combien j'apprécie le grand honneur que vous m'avez conféré, d'être Associé de l'Institut de

France. Mais je dois à la France une dette encore plus grande. Elle est vraiment l'*Alma mater* de ma jeunesse scientifique, et l'inspiratrice de l'admiration pour la beauté de la Science qui m'a enchaîné et guidé pendant toute ma carrière.

» Dans la bibliothèque du roi, pendant l'été de 1839, j'ai fait la connaissance d'une petite partie de la *Mécanique céleste* de Laplace, pour un *Essai sur la figure de la Terre*, qu'il m'a fallu écrire pour l'Université de Glascow, comme exercice d'étudiant. Avant que je quittasse l'Université de Glascow, mes professeurs m'y avaient montré la splendeur de Fourier.

» Six ans plus tard, le vénérable Biot m'a pris par la main et m'a placé dans le laboratoire du Collège de France sous la direction de Regnault; ainsi j'ai vu ce grand physicien, de jour en jour, travaillant sur les propriétés physiques des gaz. A Regnault et à Liouville je serai éternellement reconnaissant pour la bonté qu'ils m'ont témoignée, et pour les méthodes qu'ils m'ont enseignées sur la Physique expérimentale et mathématique dans l'an 1845.

» Un an plus tard encore, la *Puissance motrice du feu*, le travail de l'immortel Sadi Carnot, m'a révélé les résultats si pratiques et si profondément ultra-théoriques de son génie pénétrant.

» Ainsi j'ai été nourri de la Science la plus solide, et vous comprendrez, mes chers Confrères, pourquoi je regarde, avec une reconnaissance profonde, la France comme mon *Alma mater* de science.

» Monsieur le Président de l'Institut et chers Confrères, je vous remercie de tout mon cœur de votre bonté pour moi, et pour l'honneur que vous m'avez fait en m'appelant à répondre au nom de la Société Royale. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les racines multiples des équations algébriques*. Note de M. **Brioschi**.

« 1. Si une équation $f(x) = 0$ a deux racines égales, le discriminant de $f(x)$ est identiquement nul.

» Je me suis proposé la question suivante : Quelles sont les propriétés et les valeurs des covariants et des invariants de $f(x)$ dans le cas où un nombre r de racines de l'équation $f(x) = 0$ sont égales. Cette question a été considérée dans quelques cas particuliers par Clebsch et MM. Gordan, Hilbert et d'autres.

Soit

$$f(x) = (x - y)^r \varphi(x)$$

et $f(x)$ de l'ordre n. On peut démontrer les deux théorèmes suivants dont l'un est conséquence de l'autre :

» *Un covariant quelconque de $f(x)$, covariant de l'ordre m et du degré p, peut s'exprimer en fonction entière et rationnelle de covariants et d'invariants de $\varphi(y)$, fonction de l'ordre $m + rp$ et du degré p.*

» *Un invariant quelconque de $f(x)$, invariant du degré p, peut s'exprimer en fonction entière et rationnelle de covariants et d'invariants de $\varphi(y)$ de l'ordre rp et du degré p.*

» On voit très facilement que, si l'équation $\varphi(x) = 0$ a des racines égales, mais différentes de y, en appliquant à $\varphi(x)$ les mêmes théorèmes, on aura pour les covariants et les invariants de $\varphi(x)$ les valeurs qui doivent être introduites dans les covariants et les invariants de $f(x)$, ainsi de suite.

» 2. Un exemple très simple peut donner une idée claire du résultat. Soient $n = 6$, $r = 2$, et A, B, C, D, R les invariants des degrés 2, 4, 6, 10, 15 de $f(x)$.

» La forme biquadratique $\varphi(y)$ a les deux invariants g_2, g_3 et les covariants

$$h = \tfrac{1}{2}(\varphi\varphi)_2, \qquad t = 2(\varphi h),$$

entre lesquels on a la relation connue

$$t^2 = -4h^3 + g_2 h\varphi^2 - g_3\varphi^3.$$

» Or on trouve que

$$A = \frac{2}{5}h, \qquad B = \frac{4^2}{3.5^4}h^2 + \frac{1}{3^2.5^3}g_2\varphi^2,$$

$$C = \frac{1}{3^3.5^6}[4^3h^3 - 5.8.g_2h\varphi^2 + 5^2g_3\varphi^3],$$

$$D = \frac{1}{3^5.5^{10}}[3^3.4^6.h^5 - 4^4.5^3.g_2h^3\varphi^2 + 2.3^2.4^3.5^2.g_3h^2\varphi^3 + 3.4^2.5^2.g_2^2h\varphi^4 - 4^2.5^3.g_2g_3\varphi^5],$$

$$R = -\frac{2.4^2}{3^3.5^{10}}(g_2^3 - 27g_3^2)t\varphi^6,$$

ayant écrit φ, h, t au lieu de $\varphi(y)$, $h(y)$, $t(y)$.

» L'élimination de g_2, g_3, h des valeurs de A, B, C, D donne

$$2.4^2.A^2[5^4.C + 5^3.AB - 4A^3] - 5^5[8AB^2 + 3.4^2BC + 3D] = 0,$$

et le premier membre, sauf un coefficient numérique, est la valeur connue du discriminant.

Des valeurs de A, B, C on déduit

$$h = \tfrac{5}{2}\mathrm{A}, \qquad g_2\varphi^2 = 3.5[3.5^2\mathrm{B} - 4\mathrm{A}^2],$$
$$g^3\varphi^5 = 5[3^3.5^3.\mathrm{C} + 4.3^2.5^2.\mathrm{AB} - 7.8.\mathrm{A}^3],$$

et, en conséquence,

$$t^2 = \frac{3^3.5}{2}[\mathrm{A}^3 - 5^2.\mathrm{AB} - 2.5^3.\mathrm{C}].$$

» On peut considérer trois cas. Si $\varphi(y) = 0$ où l'équation $f(x) = 0$ a trois racines égales :

$$\mathrm{R} = 0, \qquad 4\mathrm{A}^2 - 3.5^2.\mathrm{B} = 0,$$
$$7.8.\mathrm{A}^5 - 4.3^2.5^2.\mathrm{AB} - 3^3.5^3.\mathrm{C} = 0.$$

» Si $g_2^3 - 27g_3^2 = 0$ et, en conséquence, l'équation $f(x) = 0$ a deux couples de racines égales; on a

$$5(3.5^2.\mathrm{B} - 4\mathrm{A}^2)^3 - (3^3.5^3.\mathrm{C} + 4.3^2.5^2.\mathrm{AB} - 7.8.\mathrm{A}^3)^2 = 0$$

et, en conséquence, $\mathrm{R} = 0$.

» Si enfin l'équation $\varphi(y) = 0$ a deux couples de racines égales, ou la forme biquadratique, $\varphi(y)$ est le carré d'une forme quadratique; comme dans ce cas, $t = 0$, on a

$$\mathrm{R} = 0, \qquad \mathrm{A}^3 - 5^2.\mathrm{AB} - 2.5^3.\mathrm{C} = 0.$$

» Ces résultats conduisent aussi à la démonstration d'une propriété relative à la résolution des équations du sixième degré ayant une racine double. La remarquable réduite d'une équation quelconque du sixième degré due au P. Joubert,

$$z^6 + 2.3.5.\mathrm{A}z^4 + 3^2.4.5(3\mathrm{A}^2 - 5^2.\mathrm{B})z^2 + 6^3.\Delta^{\frac{1}{2}}.z$$
$$+ 5.8.3^3(2.5^3.\mathrm{C} + 5^2.\mathrm{AB} - \mathrm{A}^3) = 0,$$

dans laquelle Δ est le discriminant, se transforme dans le cas où $\Delta = 0$ dans la suivante

$$z^6 + 3.4.h.z^4 + 4(3.4.h^2 - g_2\varphi^2)z^2 - 4^2.t^2 = 0$$

ou

$$(z^2 + 4h)^3 - 4g_2\varphi^2(z^2 + 4h) + 4^2.g_3\varphi^3 = 0$$

et, en conséquence,

$$z_1^2 = -4(\varphi e_1 + h), \qquad z_2^2 = -4(\varphi e_2 + h), \qquad z_3^2 = -4(\varphi e_3 + h),$$

e_1, e_2, e_3 étant les racines de l'équation

$$4e^3 - g_2 e - g_3 = 0. \text{ »}$$

GÉODÉSIE. — *Sur les différences de longitude entre Nice-Ajaccio-Ile Rousse, par MM.* Hatt, Driencourt *et* Perrotin. Note de M. **Perrotin**.

« La Note dont j'ai l'honneur de demander l'insertion dans les *Comptes rendus de l'Académie* donne le résumé succinct et le résultat des opérations exécutées dans le courant de l'année 1889, sous les auspices du Bureau des Longitudes, par MM. Hatt, Driencourt et moi-même, en vue de la détermination télégraphique de la différence de longitude entre un point de la Corse et l'observation de Nice.

» Après cinq campagnes consécutives (1884-1889), M. Hatt venait de terminer la triangulation des côtes de l'île et le moment lui semblait opportun pour rattacher, en longitude, l'un des sommets de ses triangles avec un point du réseau continental.

» Justement, quelques années auparavant, le pilier du petit cercle méridien du mont Gros avait vu ses coordonnées astronomiques déterminées avec toute la précision désirable et, d'autre part, un deuxième pilier, établi au nord et dans le voisinage du premier, venait d'être rattaché à la triangulation générale par les soins du Service géographique de l'armée.

» D'ailleurs, l'observatoire de Nice est à proximité d'Antibes, point d'atterrissage du câble sous-marin qui, à cette époque, était le seul qui reliât directement la Corse avec la France, et cette circonstance constituait une condition favorable à la bonne marche du travail.

» En partie pour cette raison, mais surtout parce que ce point lui paraissait le mieux à l'abri des effets de la déviation de la verticale, dans le sens est-ouest, M. Hatt avait placé sa station astronomique sur la côte nord, à l'Ile Rousse, non loin de Saint-Florent, où vient aboutir l'autre extrémité du câble.

» M. Hatt disposait d'un cercle portatif de Brunner, prêté gracieusement par M. Janssen, et nous-mêmes possédions, à Nice, un cercle de

Gautier de mêmes dimensions et de même puissance optique, ce qui rendait inutile l'échange des instruments.

» Les opérations devaient comprendre trois périodes, de six soirées chacune au moins, les observateurs permutant de station dans celle du milieu et reprenant, comme vérification, dans la première, les positions qu'ils avaient au début.

» Comme, en raison des exigences des services publics, le câble sous-marin ne pouvait être mis à notre disposition que dans la seconde moitié de la nuit, les observations astronomiques furent, chaque fois, poursuivies jusqu'au jour, de manière que les moments des échanges télégraphiques ne fussent pas trop éloignés de ceux qui répondaient aux corrections moyennes des pendules.

» Les opérations de longitude proprement dites, qui durèrent environ un mois, nous ont fourni les nombres contenus dans le Tableau ci-joint :

Différence de longitude Ile Rousse-Nice.

	m s	s		m s	s		m s	s
1889. Juin 26	6.34,42	±0,04	Juill. 10	6.34,51	±0,03	Juill. 17	6.34,37	±0,03
» 27	34,26	±0,03	» 11	34,62	±0,03	» 19	34,36	±0,03
» 28	34,24	±0,03	» 12	34,59	±0,03	» 20	34,35	±0,03
» 29	34,13	±0,04	» 13	34,60	±0,04	» 21	34,36	±0,03
Juin 30	34,23	±0,03	» 14	34,56	±0,03	» 22	34,40	±0,05
Juill. 2	34,32	±0,03	Juill. 15	6.34,74	±0,03	» 23	34,27	±0,03
» 4	34,20	±0,04				Juill. 24	6.34,28	±0,03
1889. Juill. 5	6.34,16	±0,05						
Moy. pondérées......	6.34,253	±0,012		6.34,606	±0,012		6.34,352	±0,012

» En combinant les valeurs obtenues pendant la première et la troisième période avec celle de la deuxième, ce qui a pour effet d'éliminer l'erreur provenant de l'équation personnelle, même quand cette équation varie et pourvu que la marche en soit suffisamment régulière; nous sommes parvenus, pour la différence Ile Rousse-Nice, au nombre

$$6^{m}\,34^{s},45 \pm 0^{s},01,$$

qui présente déjà un très grand degré de précision.

» Mais ce résultat est lui-même susceptible d'une vérification précieuse tenant à la façon dont ce travail a été conduit et qui lui donne, pensons-nous, un certain caractère d'originalité.

» Nous trouvons cette vérification dans une mesure d'ordre secondaire

exécutée, en même temps que la nôtre, au chef-lieu de la Corse, par M. Driencourt, dans le but de déterminer, à la fois, la différence de longitude Ajaccio-Nice et la différence Ajaccio-Ile Rousse.

» Voici, sous une forme aussi abrégée que possible, l'ensemble des valeurs obtenues dans cette double opération :

Différences de longitude.

	Ile Rousse — Ajaccio.		Ajaccio — Nice.	
1889.	Hatt, Driencourt.	Perrotin, Driencourt.	Driencourt, Hatt.	Driencourt, Perrotin.
Juillet 3...	$52^s,05 \pm 0^s,04$			$5^m.42^s,21 \pm 0^s,05$
» 5...				42,31 ±0,04
» 6...				
» 8...		$52^s,19 \pm 0^s,03$		
» 9...		52,12 ±0,03		
» 10...		52,13 ±0,03	$5^m.42^s,34 \pm 0^s,03$	
» 11...		52,07 ±0,03	42,52 ±0,03	
» 12...		52,10 ±0,03	42,50 ±0,03	
» 13...		52,23 ±0,03	42,37 ±0,04	
» 17...	52,04 ±0,03			42,34 ±0,03
» 19...	52,14 ±0,05			42,18 ±0,05
» 20...	51,87 ±0,03			42,48 ±0,03
» 21...	52,07 ±0,03			42,31 ±0,03
» 22...	52,12 ±0,04			42,33 ±0,05
» 23...	51,90 ±0,03			42,40 ±0,03
» 24...	51,99 ±0,03			42,29 ±0,03

» Ce Tableau se résume dans le suivant :

	Hatt, Driencourt.	Perrotin, Driencourt.	Équation personnelle Hatt, Perrotin.
Ile Rousse — Ajaccio.	$0^m.52^s,007 \pm 0^s,012$	$0^m.52^s,134 \pm 0^s,012$	$+0^s,127 \pm 0^s,017$
Ajaccio — Nice......	5.42,435 ±0,015	5.42,331 ±0,012	+0,104 ±0,019;

par suite :

Ile Rousse — Nice...	6.34,442 ±0,019	5.34,465 ±0,017

» On peut parvenir à la connaissance de la différence de longitude de deux points par deux méthodes : en comparant les opérations faites simultanément en ces points par deux observateurs : c'est ainsi que l'on procède d'ordinaire; ou bien encore, en comparant les opérations faites successivement aux deux stations par un seul observateur, avec celles

qu'effectue, en même temps que lui, dans une troisième station, un autre observateur.

» Nous avons déjà donné le résultat fourni par la première; voici, maintenant, les résultats remarquables auxquels conduit la seconde.

» Le Tableau qui précède montre, en effet, qu'en combinant les seules observations de M. Driencourt, à Ajaccio, avec celles faites successivement à Nice et à l'Ile Rousse, par chacun des deux autres observateurs, on parvient, pour la différence de longitude Ile Rousse-Nice, à deux nouvelles valeurs dont l'écart n'atteint pas $0^s,03$.

» Cet accord de deux nombres obtenus d'une manière indépendante, affectés, d'ailleurs, de la variation de l'équation personnelle, témoigne de la précision des résultats, tandis que la moyenne qui doit donner sensiblement le nombre déjà adopté plus haut — et elle le donne, en effet, — prouve l'exactitude du calcul.

» Ce n'est pas tout; quand les observateurs de Nice et de l'Ile Rousse se succèdent, soit à Nice, soit à l'Ile Rousse, M. Driencourt restant à Ajaccio, ils déterminent leur équation personnelle à l'un des instruments d'abord, à l'autre ensuite (en supposant toutefois que cette équation ne varie pas) : à Nice, qui est à l'ouest d'Ajaccio, l'un des observateurs trouvera, pour Ajaccio-Nice, une différence de longitude plus grande; à l'Ile Rousse, qui est à l'est, il trouvera, pour Ile Rousse-Ajaccio, une différence trop petite et dans les deux cas de la quantité qui représente l'équation personnelle. C'est bien à peu près ce qui a lieu :

Dans un cas, nous avons pour Hatt-Perrotin.... $+0^s,127$
Dans l'autre, » ..... $+0^s,104$

» L'équation personnelle peut donc être regardée comme ne variant pas d'une manière notable pendant les opérations faites à Ajaccio et qui correspondent plus particulièrement aux deux dernières périodes de la longitude Ile Rousse-Nice. Dans ces conditions, il paraît naturel de ne calculer la longitude qu'avec les seules observations de ces deux périodes de la fin. On obtient de la sorte un nouveau nombre, qui diffère de $0^s,03$ de l'ancien. En adoptant ce dernier, nous avons enfin, pour la différence de longitude Paris-Ile Rousse, rapportée au méridien de Cassini :

Ile Rousse-Paris.................... $26^m 25^s,76$.

» Nous avons de même, pour la différence de longitude Ajaccio-Nice, calculée au moyen des observations de MM. Hatt et Driencourt, et en adop-

tant pour l'équation personnelle entre ces deux observateurs la valeur moyenne de trois mesures faites les 23, 24 juin et 2 août :

Équation personnelle Hatt-Driencourt... — $0^s,041$
Différence de longitude Ajaccio-Nice.... $5^m 42^s,49 \pm 0^s,05$

et, en définitive,

Différence de longitude Ajaccio-Paris .. $25^m 33^s,8$ (¹)

Ainsi se trouve rattachée astronomiquement, par la longitude avec l'Ile Rousse surtout, celle d'Ajaccio pouvant être sensiblement affectée de l'incertitude de l'équation personnelle, la triangulation de la Corse avec notre méridien fondamental.

» L'ensemble de ce travail sera publié avec tous les développements voulus dans le prochain Volume de nos *Annales*. Mais, en attendant, il me sera peut-être permis de faire remarquer que, depuis sa fondation, l'observatoire de M. Bischoffsheim a eu la bonne fortune de prendre part à deux opérations géodésiques importantes : la première, qui avait pour but de rattacher Nice à Paris d'une part, Nice à Milan de l'autre, avec la collaboration de M. le colonel Bassot et de M. Celoria, astronome de l'observatoire de Milan; la seconde, qui fait l'objet de cette Note, avec celle de MM. Hatt et Driencourt, ingénieurs hydrographes de la Marine, et le concours empressé de M. Bouquet de la Grye qui était alors leur chef. En les citant, je ne fais que m'acquitter, dans une faible mesure d'ailleurs, d'une dette déjà ancienne de reconnaissance. »

M. **Armand Gautier**, en présentant à l'Académie le second Volume de son *Cours de Chimie*, 2ᵉ édition, s'exprime ainsi :

« La deuxième édition du *Cours de Chimie* est, comme la première édition, qu'elle suit à peu d'années d'intervalle, à la fois théorique et appliquée. Elle est beaucoup plus complète que la précédente.

» Je donne, dans ce second Volume, une description méthodique de l'ensemble des corps organiques, de leurs rapports et de leurs réactions. Les lois générales, les classifications naturelles fondées sur les propriétés fonctionnelles des corps, les notions de structure et d'isomérie qui en dé-

(¹) Ce nombre concerne le pilier géodésique d'Ajaccio; c'est aussi le cas pour l'Ile Rousse.

Ultérieurement cette différence de longitude sera calculée avec les observations de MM. Perrotin et Driencourt.

rivent, la stéréochimie, les méthodes employées pour transformer les substances organiques et faire naître en elles, par substitutions, additions, dédoublements, isomérie, etc.; de nouveaux types et de nouvelles fonctions forment, dans ce deuxième Volume, le sujet de Chapitres spéciaux.

» J'ai eu le soin d'y présenter avec tout les développements nécessaires les travaux modernes sur les sucres (*pentoses, hexoses*, etc.); sur les corps azoïques acycliques; sur les produits d'addition des séries benzéniques et pyridiques; sur les glucosides; sur les matières colorantes artificielles; sur les pyrazols, triazols, etc. Enfin j'y fais une étude assez complète des principaux alcaloïdes naturels et des tentatives de synthèse dont ils ont été l'objet.

» L'Ouvrage se termine par une addition au Tome Ier relative à l'argon et à l'hélium. »

M. le général **A. de Tillo**, en présentant la Carte hypsométrique de la partie occidentale de la Russie d'Europe et des régions limitrophes de l'Allemagne, de l'Autriche-Hongrie et de la Roumanie, en donne l'explication suivante :

« Son but principal est de représenter le relief d'un pays aussi plat que la Russie d'Europe en liaison avec une région alpine telle que celle des Carpathes.

» En ce qui concerne l'échelle, quoique beaucoup plus forte que celle de la première Carte hypsométrique, elle est pourtant petite $\left(\frac{1}{1680000}\right)$: c'est celle d'une Carte générale.

» Quant au diapason des couleurs, le vert foncé indique la dépression caspienne dans les nouvelles limites qui lui sont attribuées par les déterminations récentes altimétriques de M. Nikitine.

» Les teintes en vert se rapportent à une équidistance de 40^m jusqu'à la hauteur de 160^m.

» De 160^m à 800^m le bistre, et, pour les hauteurs supérieures à 800^m, le rose ont été choisis pour obtenir un effet satisfaisant et agréable à la vue du relief, qui est surtout très réussi dans l'exemplaire qui a été tiré sans la lettre.

» La publication de cette Carte fait espérer qu'elle facilitera l'étude comparée du relief du sol avec la constitution géologique du terrain. »

M. **Marion** fait hommage à l'Académie du 4e Volume des *Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille : Travaux du laboratoire de Zoologie marine*.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Sur les équivalents chimiques.* Mémoire de M. **Marqfoy.**
(Extrait par l'auteur.)

« *Les équivalents actuels de la Chimie sont les nombres premiers compris dans la série naturelle des nombres entiers de* 1 *à* 300. A l'appui de cette loi, qu'il présente comme le résultat de ses recherches, l'auteur donne le Tableau suivant, en faisant cette remarque que les équivalents actuels, donnant des rapports de poids, ont pu être doublés ou dédoublés, triplés ou détriplés, etc.

Équivalents des corps simples.

Corps simples.		D'après l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* 1895.			Justification.	
Désignation.	Symboles.	Équivalent.	Poids atomique.	Équivalent nouveau.	Calculs.	L'erreur est moindre que $\frac{1}{100}$ pour les nombres en gros caractères.
Hydrogène.......	H	1	1	**1**		
Oxygène........	O	8	16	**2**		
Carbone.........	C	6	12	**3**		
Calcium.........	Ca	20	40	**5**		
Azote...........	Az	14	14	**7**		
Bore............	Bo	11	11	**11**	Voir explications dans le Mémoire.	
Soufre..........	S	16	32			
Potassium.......	K	39	39	**13**		
Baryum..........	Ba	68,5	137	17	$\frac{68,5}{4} = 17 - 0,1$	**0,0059**
Fluor...........	Fl	19	19	**19**		
Sodium..........	Na	23	23	**23**		
Rubidium (1)....	Rb	85	85	29	$\frac{1}{3}\,85 = 29 - 0,66$	0,023
Phosphore.......	P	31	31	**31**		
Magnésium......	Mg	12,2	24,4	37	$3.12,2 = 37 - 0,4$	0,011
Glucinium.......	Gl	4,6	9,2		$4.\ 9,2 = 37 - 0,2$	**0,0054**
Aluminium......	Al	13,7	27,4	**41**	$3.13,7 = 41$	
Silicium........	Si	28	28	43	Voir explications dans le Mémoire.	
Niobium (2).....	Nb	48,9	97,8	**47**	$\frac{1}{2}\,94 = 47$	

(1) R. Godefroy est arrivé au nombre moyen 85,5 (Wurtz *Supplément*) $\frac{1}{3}\,85,5 = 28,5$; erreur 0,018.
(2) La Table rapportée dans Lapparent (*Minéralogie*) donne le poids atomique 94.

Corps simples. Désignation.	Symbole.	D'après l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* 1895. Équivalent.	Poids atomique.	Équivalent nouveau.	Justification. Calculs.	L'erreur est moindre que $\frac{1}{100}$ pour les nombres en gros caractères.
Chrome.........	Cr	26,2	52,4	53	52,4 = 53 − 0,6	0,0113
Palladium.......	Pd	53,2	106,4		53,2 = 53 + 0,2	**0,0038**
Étain...........	Sn	59	118	**59**		
Cobalt.....	Co	29,5	59			
Antimoine.......	Sb	122	122	**61**	122 = 2.61	
Zirconium.......	Zr	33,6	100,8	67	2.33,6 = 67 + 0,2	0,003
Chlore..........	Cl	35,5	35,5	**71**	2.35,5 = 71	
Indium..........	In	36,7	110,1	73	2.36,7 = 73 + 0,4	**0,0055**
Sélénium (1).....	Se	39,8	39,8	79	2.39,8 = 79 + 0,6	**0,0076**
Fer (2)..........	F	28	56	83	3.28 = 83 + 1	0,0120
Strontium.......	Sr	43,8	87,6	89	87,6 = 89 − 1,4	0,0157
Titane (3).......	Ti	24,5	49	**97**	2.48,5 = 97	»
Thallium...... ..	Tl	203	203	101	203 = 2.101 + 1	**0,005**
Plomb (4).......	Pb	103,5	103,5	103	103,5 = 103 + 0,5	**0,005**
Argent..........	Ag	108	108	107	108 = 107 + 1	**0,0093**
Manganèse (5)...	Ma	27,5	55	109	2.55 = 109 + 1	**0,0092**
Terbium........	»	56,5	»	113	2.56,5 = 113	»
Iode............	I	127	127	**127**	»	»
Scandium.......	Sc	44,1	132,3	131	132,3 = 131 + 1,2	**0,0091**
Vanadium.......	Va	68,5	137	**137**	»	»
Gallium.........	Ga	69,9	139,8	139	139,8 = 139 + 0,8	**0,0058**
Nickel..........	Ni	29,5	59	149	5.29,5 = 149 − 1,5	0,0107
Arsenic (6)......	As	75	75	151	2.75 = 151 − 1	**0,0066**
Rhodium........	Rh	52,2	104,4	157	3.52,2 = 157 − 0,4	**0,0025**
Zinc............	Zn	32,7	65,4	163	5.32,7 = 163 + 0,5	**0,0030**
Erbium (7)......	Er	»	»	**167**	»	»
Ytterbium (8)....	Yb	58,7	176,1	**173**	»	»
Yttrium (9)......	Y	29,9	89,7	179	2.89,7 = 179 + 0,4	**0,0022**

(1) Berzélius donnait : poids atomique = 79,34.
(2) Berzélius donnait au fer : poids atomique, 108,54; M. Grimaux donne 55,9, dont les $\frac{3}{2}$ = 83,85.
(3) M. Grimaux donne : poids atomique, 48,5, dont le double est exactement 97.
(4) M. Grimaux donne : poids atomique, 206,4, dont la moitié = 103,2.
(5) M. Grimaux donne : poids atomique, 54,8, dont le double = 109,6.
(6) Berzélius donnait à l'arsenic : poids atomique, 150,52.
(7) Tabl. Lapp. donne : poids atomique, 166.
(8) Tabl. Lapp. donne : poids atomique, 173.
(9) M. Grimaux donne : poids atomique, 89,6, dont le double est 179,2.

Corps simples.		D'après l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* 1895.			Justification.	
Désignation.	Symbole.	Équivalent.	Poids atomique.	Équivalent nouveau.	Calculs.	L'erreur est moindre que $\frac{1}{100}$ pour les nombres en gros caractères.
Tantale ([1])	Ta	68,8	206,4	181	182 = 181 + 1	**0,0055**
Cuivre	Cu	31,8	63,6	191	3.63,6 = 191 − 0,2	**0,0010**
Molybdène	Mo	48	96	193	2.96 = 193 − 1	**0,0052**
Or	Au	98,3	196,6	197	196,6 = 197 − 0,4	**0,0020**
Platine	Pt	98,6	197,2		197,2 = 197 + 0,2	**0,0010**
Mercure	Hg	100	200	199	200 = 199 + 1	**0,0050**
Bismuth	Bi	210	210	211	210 = 211 − 1	**0,0047**
Cadmium ([2])	Cd	56	112	223	2.112 = 223 + 1	**0,0045**
Thulium	Thu	56,9	170,7	227	4. 56,9 = 227 + 0,6	**0,0022**
Cérium	Ce	46	92	229	5. 46 = 229 + 1	**0,0043**
Thorium ([3])	Th	59,5	59,5	**233**	»	»
Uranium ([4])	U	59,8	59,8	**239**	»	»
Brome	Br	80	80	241	3. 80 = 241 − 1	**0,0044**
Germanium	Ge	36,2	72,4	251	7. 36,2 = 251 + 2,4	**0,0096**
Tellure	Te	64,2	128,4	257	2.128,4 = 257 − 0,2	**0,0007**
Ruthénium	Ru	52,2	104,4	263	5. 52,2 = 263 − 2	**0,0075**
Cœsium	Cs	133	133	269	2.133 = 269 − 3	0,0112
				271		
Tungstène	W	92	184	277	3. 92 = 277 − 1	**0,0036**
Lanthane	La	46,2	72,4		3. 92,4 = 277 + 0,2	**0,0007**
Néodyme	Ne	45,9	140,7	281	2.140,7 = 281 + 0,4	**0,0014**
				283		
Iridium	Ir	98,6	197,2	293	3. 98,6 = 293 + 1,2	**0,0041**
Osmium ([5])	Os	99,5	199		3. 97,5 = 293 − 0,5	**0,0017**
Corps non classés.						
Lithium	Li	7	7	»	»	»
Didyme	Di	48	144	»	»	»
Gadolinium	Gd	53,5	160,5	»	»	»
Holmium	Ho	55,3	165,9	»	»	»
Praséodyme	»	47,9	143,7	»	2.143,7 = 283 + 4,7	0,015
Argon	»	»	»	»	»	»
Hélium	»	»	»	»	»	»

([1]) Tabl. Lapp. donne : poids atomique, 182.
([2]) M. Grimaux donne : poids atomique, 111,6, dont le double = 223,2.
([3]) Tabl. Lapp. donne : poids atomique, + 233.
([4]) Tabl. Lapp. donne : poids atomique, + 239, trouvé par M. Ditte (voir le Mémoire de ce dernier aux *Annales*).
([5]) Tabl. Lapp. donne : poids atomique, 195, d'où on déduit 97,50 pour équivalent.

Récapitulation.

Nombre de nombres premiers qui existent dans les 300 premiers nombres entiers.	63
Nombre de corps simples admis dans la Chimie actuelle	75
Nombre de corps dont les équivalents ou poids atomiques actuels de la Chimie sont des nombres premiers, des multiples de nombres premiers ou des sous-multiples de nombres premiers.	22
Nombres de corps qui le sont à moins de $\frac{1}{100}$ près	35
	57
Nombre de corps qui le sont à moins de $\frac{2}{100}$ près	6
» $\frac{3}{100}$ près	1
	64
Corps soumis à discussion	2
Corps non classés	9
	75

M. Marqfoy ajoute qu'il a établi la théorie constitutive des corps, basée sur l'unité de la matière.

Il introduit dans la considération des volumes l'élément *porosité*. Il arrive ainsi, dit-il, à combattre la loi de Dulong et Petit et l'hypothèse d'Avogadro.

Il ajoute qu'il a trouvé la loi suivante : *La chaleur spécifique multipliée par la densité égale la porosité,* la porosité de l'hydrogène, aux conditions de température et de pression où l'on se trouve, étant prise pour unité.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture des Adresses de félicitations reçues à l'occasion du Centenaire de l'Institut de France.

Ces Adresses seront remises à la Commission centrale administrative, qui prendra soin d'y répondre et d'en assurer la publication.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne communication d'une Lettre de condoléances adressée à l'Académie par la Faculté de Médecine de l'Université de Coïmbre, à l'occasion de la mort de M. *Pasteur*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le dix-neuvième Volume des « Acta mathematica », journal publié par M. *Mittag-Leffler* (présenté par M. Hermite).

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète (1895, août 20) et de la planète Wolf (1895, octobre 13), faites à l'observatoire de Toulouse (au grand télescope et à l'équatorial de* 0^m, 25; par M. **Rossard**, présentées par M. Tisserand.

Dates 1895.	Temps moyen de Toulouse.	ΔR.	ΔD.	Nombre de comp.	R app.	Log. fact. parall.	D app.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Oct. 17....	9.33.25	−0.27,87	−4.51,2	18:20	1.26.40,86	$\bar{1}$,357$_n$	+ 3.38.13,2	0,757	1
18....	9.21.38	−0.32,70	+2.35,4	18:20	1.26.46,15	$\bar{1}$,383$_n$	+ 3.35.54,6	0,759	2
19....	9.26.22	−1.49,99	−1.58,2	18:20	1.26.51,77	$\bar{1}$,357$_n$	+ 3.33.53,1	0,758	3
19....	9.26.22	−1.59,38	+0.23,1	18:20	1.26.51,74	$\bar{1}$,357$_n$	+ 3.33.50,8	0,758	4
19....	9.26.22	−0.27,11	+0.34,1	18:20	1.26.51,75	$\bar{1}$,357$_n$	+ 3.33.53,3	0,758	2
21....	9.25. 6	−0.16,26	−2.51,8	10:20	1.27. 2,62	$\bar{1}$,337$_n$	+ 3.30.27,5	0,757	2
				Planète Wolf.					
21....	12.29.37	+0.15,15	−8.21,2	24:28	1.35.49,55	$\bar{1}$,045	+23.31.11,8	0,489	5

Positions des étoiles de comparaison.

Dates.	Instr.	★.	Gr.	R moy. 1895,0.	Réduction au jour.	D moy. 1895,0.	Réduction au jour.	Autorités.
				h m s	s	° ′ ″	″	
Oct. 17...	T	1	8,5	1.27. 4,75	+3,98	+ 3.42.37,1	+27,3	½ (Sjchellerup 466 + Albany 423)
18...	T	2	9,0	1.27.14,87	+3,98	+ 3.32.51,9	+27,3	Albany 424
19...	T	3	8.5	1.28.37,77	+3,99	+ 3.35.24,0	+27,3	⅓(Albany 437 + Paris 1934 + Munich$_1$ 724)
19...	T	4	9.0	1.28.47,13	+3,99	+ 3.33. 0,4	+27,3	Albany 440
19...	T	2	9.0	1.27.14,87	+3,99	+ 3.32.51,9	+27,3	Albany 421
21...	T	2	9.0	1.27.14,87	+4,01	+ 3.32.51,9	+27,4	Id.
21...	E	5	8.0	1.35.40.29	+4,11	+23.39. 5,5	+27,5	Weisse$_2$ H. 1. 770

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la double oscillation diurne de l'humidité relative.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« La double oscillation de l'humidité relative à Athènes, signalée par M. Éginitis (¹), est un phénomène intéressant, mais qui me paraît se rattacher directement à l'influence des brises de mer; ce serait alors, con-

(¹) *Comptes rendus*, séance du 21 octobre 1895, t. CXXI, page 574.

trairement à l'opinion de l'auteur, une variation absolument locale, comme toutes celles que produit la brise de mer, et qui peuvent être modifiées à l'infini, suivant la configuration particulière des régions.

» Si la brise de mer souffle à Athènes le soir, vers le coucher du Soleil, elle apporte de l'air humide et chaud; la tension de vapeur augmente alors d'une manière anormale; en même temps, la décroissance de la température, très rapide d'ordinaire à ce moment de la journée, se trouve ralentie, d'où production d'un maximum de l'humidité relative vers 7^h ou 8^h du soir. Pour avoir l'explication complète du phénomène, il faudrait donc joindre à la courbe de la variation diurne de l'humidité relative celles de la température et de la direction du vent.

» Des perturbations analogues et même plus grandes ont déjà été signalées. Par exemple, les observations de M. Bigourdan à Joal (côte occidentale d'Afrique) ont montré que l'arrivée de la brise de mer y produit un maximum de l'humidité relative, non plus vers le coucher du Soleil, mais entre midi et 3^h du soir, et ce maximum anormal dépasse souvent le maximum régulier du matin. Les observations simultanées de la température et de la direction du vent à Joal sont absolument d'accord avec celles de l'humidité relative et ne laissent aucun doute sur la cause du phénomène.

» Les stations continentales de plaines ou de plateaux ne sauraient présenter de perturbations analogues. Dans ces stations, en effet, la variation diurne de la tension de vapeur, f, est extrêmement faible. Au contraire, la température et, par suite, la tension maximum F ont une variation diurne considérable. L'humidité relative, $\frac{f}{F}$, y varie donc très exactement en sens inverse de F ou de la température, et ne présente plus qu'un seul maximum au lever du Soleil et un minimum au moment du maximum de la température. L'existence d'un maximum secondaire le soir y devient particulièrement impossible, car c'est à ce moment que la variation de la température (et, par suite, de F) est la plus rapide. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un phénomène électrique.* Note de M. **Mettetal**, présentée par M. Potier.

« Après une sécheresse de plusieurs mois, la pluie se mit à tomber à Grenoble le mercredi, 2 octobre 1895, après-midi. Bien qu'il n'y eût ni éclair, ni grondements de tonnerre, le temps était lourd et orageux. La pluie continua toute la soirée dans les mêmes conditions.

» Vers huit heures, m'étant approché de la fenêtre, je vis subitement apparaître une grosse boule de feu à l'extrémité d'une tige de fer, placée au sommet d'une maison voisine pour supporter des fils télégraphiques. Comme je n'en étais séparé que de la largeur d'une place, soit d'environ 100^m, je pus observer très distinctement le phénomène. Cette boule, dont le contour apparent était nettement défini, malgré les radiations lumineuses, pouvait avoir $0^m,30$ de diamètre. Elle avait l'éclat et l'aspect d'un puissant foyer électrique. Du sommet de la tige-support, partait une gerbe continue d'assez grosses étincelles, qui semblaient produites par des paillettes de fer portées à l'incandescence. Ces étincelles rappelaient, en effet, d'une manière frappante celles qui jaillissent sous l'action du marteau-pilon. La gerbe était dirigée de haut en bas.

» Après un temps que j'évalue à quarante ou cinquante secondes, la boule de feu se divisa tout à coup en trois autres plus petites, de la grosseur d'un de ces ballons d'enfant que l'on vend dans les rues. Les étincelles cessèrent aussitôt, et les trois boules, de même aspect que la première, semblèrent rouler le long du toit, comme si elles eussent obéi à la seule action de la pesanteur. Arrivées vers le chêneau (peut-être au contact, car à ce moment quelques étincelles reparurent), elles *s'évanouirent* toutes trois, *sans produire de détonation*.

» Presque immédiatement après, une seconde boule apparut de la même façon à l'extrémité de la même tige. Mais elle *s'évanouit* au bout de deux ou trois secondes sans détonation. Il partit en même temps, de l'extrémité de la tige, une gerbe d'étincelles identiques aux précédentes comme grosseur et comme couleur. Cette gerbe avait la même direction que la première.

» Je crois utile d'ajouter que, vers cinq heures et demie, une personne digne de foi avait observé, à quelques minutes d'intervalle, l'apparition de deux boules de feu *au même endroit* et m'en avait parlé un instant après.

» Je m'aperçus, le lendemain, que la tige-support n'était plus verticale et se trouvait inclinée d'une façon très apparente.

» J'ai appris que plusieurs personnes ont observé, dans la même soirée, des phénomènes analogues en différents points de la ville. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les cyanures de lithium, de magnésium, de cuivre*. Note de M. **Raoul Varet**.

« La thermochimie des cyanures métalliques présente quelques lacunes : c'est ainsi qu'on ne possède aucune donnée thermique concernant les combinaisons du cyanogène avec le lithium, le magnésium et le cuivre. Aussi, ayant eu besoin de connaître certaines de ces données, j'ai institué, en vue de les déterminer, les expériences qui font l'objet de cette Note.

» I. *Cyanure de lithium.* — J'ai mesuré la chaleur de neutralisation de la lithine par l'acide cyanhydrique étendu. J'ai observé, vers 10°, que

$$Li^2O\,(1\text{ mol.} = 4^{lit}) + 2HCy\,(1\text{ mol.} = 2^{lit})$$
$$= 2\,LiCy\text{ dissous} + H^2O\text{ liq. dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +5^{Cal},85$$

» Sachant que la formation, à partir des éléments pris dans leur état actuel de Li^2O dissous, dégage $+167^{Cal},2$, et que celle de $2HCy$ dissous met en liberté $+26^{Cal},2$, on en conclut que

$$\text{Li solide} + \text{Cy gaz} + \text{eau} = \text{LiCy dissous dégage} \ldots\ldots \quad +65^{Cal},12$$

» II. *Cyanure de magnésium.* — Pour déterminer la chaleur de formation du cyanure de magnésium dans l'état dissous, j'ai fait agir dans le calorimètre une solution de cyanure de baryum sur une dissolution de sulfate de magnésie ; j'ai trouvé, vers 17°, que

$$BaCy^2\,(1\text{ mol.} = 4^{lit}) + MgSo^4\,(1\text{ mol.} = 4^{lit})$$
$$= MgCy^2\text{ dissous} + BaSO^4\text{ précipité, dégage} \ldots\ldots\ldots \quad +5^{Cal},2$$

» Sachant que la formation, à partir des éléments de $BaCy^2$ dissous, dégage $(x - 8^{Cal},4)$, celle de $MgSO^4$ dissous $+321^{Cal},0$ et celle de $BaSO^4$ précipité $+(x + 205^{Cal},8)$, on en conclut que

$$Mg(OH)^2 + 2HCy\text{ diss.} = MgCy^2\text{ diss.} + H^2O\text{ liq. dégage} \ldots \quad +\ \ 3^{Cal},0$$
$$\text{Mg solide} + Cy^2\text{ gaz} + \text{eau} = MgCy^2\text{ dissous dégage} \ldots\ldots\ldots \quad +112^{Cal},0$$

» III. *Cyanure cuivreux.* — J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CX, p. 147) que de l'iodure cuivreux en excès, agité avec une solution de cyanure de mercure, fait la double décomposition avec ce sel ; il y a formation d'iodure mercurique et de cyanure cuivreux. C'est cette réaction (j'ai constaté qu'elle est complète) que j'ai réalisée dans le calorimètre pour mesurer la chaleur de formation du cyanure cuivreux.

» J'ai trouvé, vers 10°, que :

$HgCy^2$ (mol. $= 8^{lit}$) + Cu^2I^2 sol. = HgI^2 rouge + Cu^2Cy^2 dégage........ $+ 12^{Cal},8$

» Sachant que dans les conditions de l'expérience la formation de $HgCy^2$ diss. dégage $+ 9^{Cal},7$, celle de Cu^2I^2, $+ 32^{Cal},54$, et celle de HgI^2 rouge $+ 25^{Cal},2$, on tire de là :

Cu^2O sol. + $2HCy$ diss. = Cu^2Cy^2 sol. + H^2O liq. dégage.............. $+ 28^{Cal},8$
Cu^2 sol. + Cy^2 gaz. = Cu^2Cy sol. dégage........................ $+ 29^{Cal},8$

» *Conclusions*. — Nous avons donc en résumé :

Li sol. + Cy gaz. + eau = LiCy diss. dégage........................	$+ \overset{Cal}{65},12$
Mg sol. + Cy^2 gaz. + eau = $MgCy^2$ diss. dégage......................	$+ 112,0$
Cu^2 sol. + Cy^2 gaz. = Cu^2Cy^2 précip. dégage..................	$+ 29,8$

» Les résultats obtenus pour le cyanure cuivreux présentent un intérêt particulier et permettent d'expliquer bien des propriétés curieuses de ce sel. Nous avons trouvé que la formation de ce composé, calculée à partir de l'oxyde cuivreux Cu^2O et de l'acide cyanhydrique dissous, dégageait $+ 28^{Cal},8$. La formation du chlorure cuivreux, calculée de la même façon, dégage, d'après M. Berthelot, $+ 17^{Cal},2$.

» On voit que, vis-à-vis de l'oxyde cuivreux, l'acide cyanhydrique déplacera l'acide chlorhydrique avec mise en liberté de $+ 13^{Cal},6$.

» Cette conclusion est conforme à l'expérience; chacun sait en effet que le cyanure cuivreux se dissout dans l'acide chlorhydrique concentré et que l'addition d'eau ou de potasse le reprécipite inaltéré de cette solution. De même l'acide cyanhydrique déplace l'acide bromhydrique vis-à-vis de l'oxyde cuivreux avec mise en liberté de $+ 10^{Cal},8$, et, au contraire, est déplacé par l'acide iodhydrique avec un dégagement de chaleur de $+ 3^{Cal},2$. Ces renversements d'affinité sont à rapprocher de ceux observés par M. Berthelot pour les mêmes acides opposés vis-à-vis de l'oxyde mercurique et aussi de ceux que j'ai constatés pour les principaux acides opposés les uns aux autres vis-à-vis de l'oxyde mercureux.

» Mais tandis qu'il y a parallélisme pour les deux oxydes de mercure, au contraire l'oxyde cuivrique se distingue de l'oxyde cuivreux en ce sens que les quantités de chaleur mises en liberté par la neutralisation de cet oxyde par les acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique sont très voisines. »

CHIMIE MINÉRALE. — *A propos du carbure de glucinium.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Ch. Friedel.

« Le n° 15 du t. CXXI des *Comptes rendus* (7 octobre 1895) renferme une Note d'un haut intérêt de M. P. Lebeau sur la réduction de la glucine par le carbone, dans le four électrique, avec formation de carbure de glucinium.

» Ce composé que décrit M. Lebeau est analogue au carbure d'aluminium de M. Moissan. Comme celui-ci, il se décompose, à froid déjà, par l'eau avec formation d'hydroxyde de glucinium et de *méthane*.

» Se fondant sur cette analogie, M. Lebeau attribue au carbure de glucinium la formule C^3Gl^4 qui le place à côté du carbure d'aluminium C^3Al^4. Dans ces conditions, le poids atomique du glucinium devient voisin de 14 et la glucine devient un sesquioxyde Gl^2O^3 comme l'alumine.

» L'analogie évidente des propriétés des carbures de glucinium et d'aluminium n'entraîne, en aucune façon, leur analogie de composition.

» La magnésie et la silice sont, à bien des égards, parfaitement analogues à l'alumine. Qui songe à représenter ces trois composés par des formules analogues et à tirer, de leur analogie, des propriétés, des conséquences quant au poids atomique et à la valence du magnésium et du silicium?

» Les chimistes sont généralement d'accord aujourd'hui pour attribuer au glucinium un poids atomique voisin de 9 ($H = 1$) et en faire un élément bivalent qui se place dans le système périodique entre le lithium 7, monovalent, et le bore trivalent 11. Il n'est pas inutile de rappeler quelques faits.

» La densité de vapeur du chlorure de glucinium, déterminée par MM. Nilson et Pettersson (¹), concorde avec la formule $GlCl^2$.

» Il y a peu de temps (²) M. Alphonse Combes a apporté, dans la question du glucinium, un argument d'ordre expérimental de la plus haute valeur, en déterminant la composition et le poids moléculaire du dérivé glucinique de l'acétyl-acétone $CH^3-CO-CH^2-CO-CH^3$. Tandis que le composé aluminique répond à la formule $(C^5H^7O^2)^3Al$, le dérivé glucinique répond au contraire à la formule $(C^5H^7O^2)^2Gl$.

(¹) *Berichte*, etc., t. XVII, p. 994; année 1884.

(²) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 1221 (24 décembre 1894).

» Lorsque l'on attribue au glucinium le poids atomique 9,03 et au carbone le poids atomique 11,97 (H = 1), le carbure de glucinium doit être représenté par la formule CGl^2 qui correspond à

	Pour 100.
C	39,86
Gl	60,14

» Ces chiffres concordent d'une manière satisfaisante avec les résultats des diverses analyses de ce composé, faites par M. Lebeau :

	I.	II.	III.	IV.
C	40,47	40,83	39,09	40,24
Gl	59,53	59,17	60,91	59,76

» Ma conclusion finale est que le travail de M. Lebeau, remarquable au point de vue expérimental, n'apporte aucune raison pour modifier le poids atomique et la valence généralement attribués au glucinium aujourd'hui. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'analyse de l'émeraude.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans le cours de nos recherches sur les composés du glucinium, nous avons dû préparer une assez grande quantité de glucine pure. Nous avons employé pour cela l'émeraude commune, qui se trouve en abondance aux environs de Limoges ([1]).

» Cette émeraude se présente en fragments cristallisés, volumineux et généralement peu colorés. Nous en avons fait l'analyse complète afin de bien connaître les impuretés que nous aurions à éliminer dans la suite de nos traitements. Dans cette étude nous avons trouvé quelques éléments qui n'avaient pas encore été signalés jusqu'ici dans l'émeraude de Limoges, notamment le manganèse, l'acide phosphorique, l'acide titanique et le fluor libre.

» L'analyse a été faite sur un échantillon moyen provenant de 30^{kg} d'émeraude, triée avec soin et pulvérisée.

» Nous avons dosé la silice directement en prenant quelques précau-

([1]) L'échantillon que nous avons pu nous procurer provient de la commune de Chanteloube (Haute-Vienne).

tions que nous croyons utile d'indiquer. Le minéral était attaqué, par huit à dix fois son poids de potasse pure au creuset d'argent, en chauffant doucement jusqu'à fusion tranquille. Le liquide est coloré en vert par le manganèse; on portait ensuite au rouge sombre et l'on arrêtait l'opération lorsque la matière se solidifiait partiellement en prenant une teinte brune. Le contenu du creuset était repris par l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique et le liquide filtré évaporé au bain-marie. L'attaque était toujours complète : il ne restait comme matière insoluble qu'un peu d'argent provenant du creuset. Il est indispensable d'insolubiliser la silice au bain-marie ou à une température peu supérieure à 100°, de façon à éviter l'apparition de la teinte rosée que prend la silice par suite de la décomposition partielle du chlorure de fer. Nous avons constaté qu'à une température plus élevée, une partie parfois assez notable de la silice redevenait soluble dans les acides. Il est vraisemblable que cette silice, chauffée au-dessus de 100°, peut se combiner avec les bases provenant de la décomposition des chlorures hydratés et fournir ainsi des combinaisons attaquables par les acides.

» Pour doser les bases, nous avons éliminé la silice sous forme de fluorure de silicium, en reprenant directement le produit de l'attaque à la potasse par l'acide fluorhydrique, ensuite par l'acide sulfurique.

» La séparation de la glucine et de l'alumine a été faite par le procédé de Debray (1), la méthode par la potasse, indiquée par MM. Hautefeuille et Perrey (2) pour l'analyse de l'émeraude artificielle, nous ayant paru beaucoup plus délicate, par suite du rôle considérable qu'y joue la concentration des liqueurs. Toutefois pour avoir des résultats satisfaisants avec la méthode que nous avons suivie, il faut avoir soin de précipiter d'abord les deux oxydes par l'ammoniaque et de n'ajouter le carbonate d'ammoniaque que vingt-quatre heures après au minimum; l'alumine a perdu son aspect gélatineux et a cessé d'être soluble en petite quantité dans le carbonate d'ammoniaque.

» Les alcalis ont été dosés en attaquant l'émeraude par l'acide fluorhydrique gazeux au rouge sombre et reprenant les fluorures par l'acide sulfurique.

---

(1) *Du glucinium et de ses composés,* par H. Debray (*Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XIV, p. 5).

(2) *Sur les combinaisons silicatées de la glucine*, par MM. Hautefeuille et A. Perrey (*Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XX, p. 447).

» L'acide phosphorique a été isolé par le molybdate d'ammoniaque. Sa présence avait déjà été constatée dans une émeraude par F. Robinson ([1]).

» On trouve, dans certains cristaux d'émeraude, des veines d'une matière de couleur foncée à reflets rougeâtres qui, lorsqu'on vient à les pulvériser, dégagent une odeur d'ozone très prononcée. L'acide sulfurique concentré et chaud attaque cette substance en donnant aussi cette odeur d'ozone. MM. H. Becquerel et H. Moissan ([2]) ont déjà montré, à propos de la fluorine de Quincié, que ce phénomène était dû à la présence du fluor. Cet ozone doit être également attribué, dans le cas de l'émeraude, à l'existence de fluor ou d'un perfluorure instable devenant libre par la pulvérisation. Ce fluor décompose l'humidité de l'air avec production d'ozone. Nous avons pu mettre le fluor en évidence en traitant le minéral, grossièrement concassé, par l'acide sulfurique bouilli : les gaz produits attaquent le verre avec facilité.

» En appliquant les procédés que nous venons d'exposer, nous avons trouvé pour l'émeraude la composition suivante :

	I.	II.
Perte au rouge	1,46	1,41
Silice	66,06	65,80
Alumine	16,1	16,40
Glucose	14,33	14,21
Oxyde de fer Fe^2O^3	1,2	0,9
Oxyde de manganèse Mn^3O^4	0,13	0,11
Magnésie	0,55	0,61
Chaux	0,17	0,14
Acide phosphorique	0,11	0,09
Alcalis (sulfates 0,16)	»	»
Acide titanique	Traces.	Traces.
	100,11	99,67 ([3])

([1]) F. Robinson, *Chem. News*, t. LXVI, p. 297.

([2]) H. Becquerel et H. Moissan, *Étude de la fluorine de Quincié* (*Comptes rendus*, t. CXI, p. 669).

([3]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

CHIMIE. — *Sur le dosage de l'argon*. Note de M. Th. **Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« Le procédé décrit dans ma dernière Note pour le dosage de l'argon fournit, d'après les vérifications qui ont été présentées, des résultats trop faibles en moyenne de 0,6 pour 100. L'erreur n'est pas grande; on en connaît le sens; on peut l'accepter. J'ai cherché à en déterminer la cause, non pas tant pour arriver à une approximation meilleure que dans l'espoir de saisir quelque réaction, origine de la petite perte constatée.

» Dans l'appareil que j'ai indiqué, l'argon est mis en contact, à la température du rouge, avec du magnésium, du cuivre, de l'oxyde de cuivre, de l'acier ou de la porcelaine, de l'amiante. Serait-ce l'une de ces substances qui agirait quelque peu sur l'argon? Pour le savoir, j'ai exécuté une série méthodique d'essais, consistant à faire circuler dans l'appareil, pendant un certain temps, des volumes rigoureusement mesurés d'argon, puis à les extraire et à les mesurer de nouveau après les avoir soumis à l'étincelle en présence d'oxygène et de potasse, les conditions d'expérience étant successivement modifiées de manière qu'on pût apercevoir l'influence de chacune d'elles. Ces essais, qu'il serait trop long de rapporter en détail, ont montré que l'ensemble des manipulations assez complexes d'un dosage entraîne une petite perte d'environ 0,25 pour 100 d'argon quand le tube à magnésium n'est pas chauffé, que la perte totale est à peu près comprise entre 0,5 et 1 pour 100 quand le tube est chauffé comme pour une opération ordinaire, qu'elle augmente légèrement avec la durée de l'expérience et aussi avec la tension de l'argon dans l'appareil, qu'elle ne paraît nettement imputable ni à l'acier, ni à la porcelaine, ni à l'amiante, ni au cuivre, ni à l'oxyde de cuivre. Il résultait déjà des expériences de MM. Rayleigh et Ramsay que l'argon n'était pas sensiblement absorbé par le cuivre et l'oxyde de cuivre; ici le fait se trouve vérifié avec toute la précision nécessaire.

» Parmi les essais dont je parle, ceux dans lesquels le tube d'acier ou de porcelaine a été chauffé, comme dans la plupart des dosages, pendant une heure environ, ont donné lieu aux pertes suivantes : 0,70, 1,13, 0,66, 0,69, 0,63, 0,43, 0,54, moyenne 0,68 pour 100 d'argon. Ce chiffre de 0,68 pour 100 s'accorde bien avec celui (0,62) des expériences de vérification rappelées plus haut. En définitive on peut admettre que, pour une

série de dosages, l'erreur moyenne est à peu près de 0,7 pour 100 d'argon en moins.

» J'ai appliqué le procédé qui nous occupe au dosage de l'argon dans l'air normal. Il a fourni les résultats suivants :

Air normal prélevé dans Paris à une dizaine de mètres au-dessus du sol.

	Argon	
	dans 100 volumes d'azote atmosphérique.	dans 100 volumes d'air contenant 79,04 d'azote.
25 septembre	1,185	0,9369
26 »	1,183	0,9349
30 »	1,185	0,9367
1er octobre	1,180	0,9325
4 »	1,185	0,9363
Moyenne (1)	1,184	0,935

	Argon	
	dans 100 volumes d'azote atmosphérique.	dans 100 volumes d'air.
Air pris en Normandie au sommet d'une colline, à 305m d'altitude	1,182	0,9343
Air pris à 300m d'altitude, sur la tour Eiffel	1,180	0,9328
Air pris dans une galerie d'une mine de fer	1,183	0,9354
Moyenne	1,182	0,934

» Les petites différences que présentent entre eux ces résultats sont de l'ordre des erreurs d'expérience. Elles ne correspondent pas nécessairement à de réelles variations du taux d'argon de l'air. Si de telles variations se produisent, elles sont vraisemblablement très faibles. Ainsi, il doit en être pour l'argon comme pour les deux autres éléments les plus abondants de l'atmosphère, l'azote et l'oxygène ; son taux ne change que d'une manière à peu près insensible à l'analyse. La constance de composition de notre atmosphère s'explique, on le sait, par le brassage incessant auquel elle est soumise. En ce qui concerne l'argon, son inactivité chimique, si elle se confirmait, serait une raison de plus pour qu'il ne variât pas.

---

(1) Une autre série de 10 dosages sur l'air normal m'a donné comme moyennes 1,186 et 0,937; je la néglige, parce que la petite quantité d'oxygène demeurée finalement avec l'argon a été absorbée, non par le phosphore, mais par le pyrogallate de potasse, lequel a dû, comme on sait, dégager un peu d'oxyde de carbone exagérant légèrement le volume de l'argon.

» Si l'on fait subir la correction additive de 0,7 pour 100 aux moyennes ci-dessus, relatives à l'air normal, elles deviennent 1,192 et 0,941. On peut, avec ce chiffre de 1,19 pour 100, calculer aisément la différence, cause première de la découverte de l'argon, entre le poids au litre de l'azote atmosphérique et celui de l'azote chimique, différence que MM. Rayleigh et Ramsay ont déterminée directement par des mesures de haute précision et trouvée égale à $1^{gr},2572 - 1^{gr},2505$ ou $0^{gr},0067$. Si, en effet, D_1, D_2 et D_3 sont respectivement les poids au litre de l'argon, de l'azote chimique et de l'azote atmosphérique, on doit avoir :

$$0,0119 D_1 + (1 - 0,0119) D_2 = D_3;$$

d'où

$$D_3 - D_2 = 0,0119 (D_1 - D_2).$$

Or les expériences de MM. Rayleigh et Ramsay font connaître D_1 et D_2. Elles ont donné $D_2 = 1^{gr},2505$ et pour la densité de l'argon par rapport à l'hydrogène 19,9, soit pour le poids du litre $19,9 \times 0^{gr},0896$ ou $1^{gr},783$. On a donc, avec une assez grande précision, $D_1 - D_2 = 0^{gr},5325$ et $D_3 - D_2 = 0^{gr},0063$. Cette valeur $0^{gr},0063$ de la différence en question doit être, vu le procédé qui la fournit, plus approchée que la précédente, $0^{gr},0067$.

» Voici maintenant quelques résultats se rapportant à des gaz extraits de sols agricoles :

	Argon pour 100 volumes d'azote accompagné d'argon.
Gaz pris à $0^m,20$ de profondeur dans le sol d'un bois de pins..	1,170
» $0^m,40$ » une terre de labour...........	1,169
» $0^m,40$ » »	1,155
» $0^m,40$ » une terre de jardin très meuble..	1,118

» La moyenne de ces chiffres est inférieure à celle qui correspond à l'air normal ; ce qui peut tenir en partie à l'action dissolvante de l'eau (l'argon est, d'après MM. Rayleigh et Ramsay, environ deux fois et demie plus soluble dans l'eau que l'azote), à supposer toutefois que les pluies arrivent aux sols avant d'avoir pris à l'air toute la proportion d'argon qu'elles peuvent lui emprunter. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation synthétique d'un nouvel acide cétonique.* Note de M. E. Burker, présentée par M. Friedel.

« En faisant réagir l'anhydride camphorique sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium, j'ai réalisé la formation d'un certain nombre de composés, dont j'ai décrit quelques-uns dans des Communications antérieures (¹) : ce sont, l'acide phénylcamphorique $C^{16}H^{20}O^3$, son anhydride, et une combinaison biphénylée $C^{22}H^{24}O^2$, cette dernière se formant principalement lorsque la réaction a été vive.

» Dans cette réaction, je viens d'isoler un nouveau corps qui se forme lorsque, dans le cours de l'opération, on a soin d'éviter une trop grande élévation de la température. On observe alors, vers la fin de la réaction, un dégagement tumultueux de gaz, en même temps qu'un abaissement notable de la température et, si l'on fait passer le courant gazeux dans de l'eau, afin de retenir l'acide chlorhydrique, on peut recueillir une grande quantité d'un autre gaz qui présente tous les caractères de l'oxyde de carbone.

» Après des traitements successifs par l'eau, par la potasse et enfin par l'acide chlorhydrique, on obtient un produit résineux légèrement jaunâtre qui, purifié par une série de passages dans des combinaisons salines et par des cristallisations répétées, se présente finalement sous la forme de petits cristaux blancs, d'aspect nacré, qui fondent à 135°-137° et qui entrent en ébullition à 320° sous la pression de 760^{mm}, à 250° dans le vide : ils sont à peu près complètement insolubles dans l'eau, difficilement solubles dans la ligroïne et très facilement dans l'acide acétique, l'alcool, l'éther, le benzène, le chloroforme et le sulfure de carbone.

» Ils possèdent un pouvoir rotatoire dextrogyre. L'analyse de ce produit a donné des chiffres de carbone et d'hydrogène répondant exactement à la formule $C^{15}H^{20}O^2$.

	Trouvé.	Calculé pour $C^{15}H^{20}O^2$.
C.................	77,17 °/o	77,58 °/o
A.................	8,58	8,62

» Le poids moléculaire, déterminé dans le benzène suivant la méthode cryoscopique de M. Raoult a été trouvé égal à 224 (théorie 232).

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 426; *Bulletin de la Société chimique*, nouvelle série, t. IV, p. 112.

» Sa formation peut être exprimée par l'équation suivante :

$$C^{10}H^{14}O^3 + C^6H^6 = CO + C^{15}H^{20}O^2.$$

Il possède les propriétés d'un acide faible; avec les bases alcalines, il forme des sels cristallisés qui sont facilement décomposés par les acides, même par l'acide carbonique. C'est en utilisant cette dernière propriété que j'ai pu isoler le produit dans un état de pureté parfait.

» *Le sel ammoniacal* se décompose très rapidement au contact de l'air.

» *Le sel de baryum* se présente sous la forme de petits cristaux blancs, nacrés contenant 9 molécules d'eau de cristallisation; l'analyse de ce sel desséché à 100°, a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $(C^{15}H^{19}O^2)^2Ba$.
Ba pour 100..........	22,66	22,87

» *Le sel d'argent* laisse à la calcination, après dessiccation à 100°, 31,3 pour 100 d'argent, alors que la théorie pour $C^{15}H^{19}Ag^2O$ en exige 31,85 pour 100.

» J'ai formé de même, par double décomposition, les sels de cuivre, de cobalt, de nickel, de zinc et de plomb.

» *Éther éthylique.* — En faisant passer un courant d'acide chlorhydrique, à travers une solution de l'acide dans l'alcool, j'ai obtenu un composé très facilement soluble dans la ligroïne, d'où il se dépose en magnifiques cristaux clinorhombiques.

» Ce corps a donné à l'analyse des chiffres de carbone et d'hydrogène qui correspondent exactement à la formule $C^{15}H^{19}O^2(C^2H^5)$:

	Trouvé.	Calculé.
C..................	78,4 %	78,46 %
H..................	9,3	9,23

» *L'éther méthylique* se forme de la même manière, et aussi facilement que le précédent : il se sépare de sa dissolution dans la ligroïne sous la forme de longues aiguilles qui appartiennent également au système clinorhombique : il fond à 85°-86°.

» Ces deux éthers ne sont saponifiés que très difficilement par les alcalis : l'acide sulfurique les décompose instantanément :

» *Anhydride* $\begin{matrix}C^{15}H^{19}O \\ C^{15}H^{19}O\end{matrix}\Big\rangle O$. — Obtenu, en faisant réagir vers 150°, l'anhydride acétique sur le composé $C^{15}H^{20}O^2$: il se sépare de ses dissolutions dans l'éther sous la forme de petits cristaux blancs, facilement

solubles dans l'éther et dans le sulfure de carbone, moins facilement dans l'alcool et dans la ligroïne; ils fondent vers 135°; il est difficilement saponifié par la potasse alcoolique.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^{30}H^{38}O^{3}$.
C..................	80,7 %	80,7 %
H..................	8,38	8,52

» L'action du chlorure d'acétyle sur $C^{15}H^{20}O^{2}$ ne donne qu'un rendement insignifiant en anhydride.

» *Amide* $C^{15}H^{19}O, AzH^{2}$: se forme lorsqu'on chauffe vers 110°, en tube scellé, l'anhydride avec une solution saturée d'ammoniaque. Longues aiguilles blanches, soyeuses, solubles dans l'eau bouillante d'où elles se séparent par refroidissement : facilement solubles dans l'alcool, l'éther et la ligroïne, fusibles à 77°; traces de saponification par une ébullition de plusieurs heures, avec une solution alcoolique de potasse.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^{15}H^{21}AzO$.
C..................	78,03 %	77,92 %
H..................	9,02	9,09
Az.................	6,1	6,06

» *Hydrazide* : $C^{15}H^{19}O, HAz—AzH.C^{6}H^{5}$. — Obtenu par action de la phénylhydrazine sur l'anhydride. Longues aiguilles fusibles à 156°, très solubles dans l'alcool et dans l'éther, plus difficilement dans la ligroïne et insolubles dans l'eau.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^{21}H^{26}Az^{2}O$.
C..................	78,04 %	78,26 %
H..................	»	8,074
Az.................	8,8	8,69

» *Constitution du composé* $C^{15}H^{20}O^{2}$. — Cette constitution se déduit nettement et facilement de celle qui a été assignée par M. Friedel à l'acide camphorique; sa formation s'explique très bien si l'on admet la formule de ce savant, et elle constitue une nouvelle preuve de l'exactitude de cette dernière. Aucune des formules de l'acide camphorique, dans lesquelles on admet la présence de deux $CO^{2}H$, ne me paraît pouvoir rendre compte de cette formation.

» La formule de constitution de ce nouveau corps sera donc

C^6H^5
|
COH
H^2C CO
H^2C CH^2
$CH-C^3H^7$.

ZOOLOGIE. — *Sur les muscles des Fourmis, des Guêpes et des Abeilles.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Émile Blanchard.

« Chez les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles chaque muscle est formé d'un groupe de fibres divergentes partant d'un tendon (*fig.* B).

» La cavité axiale de ce tendon et l'hypoderme qui le recouvre témoignent de son mode de formation par invagination du tégument. Le tendon T*dm* se divise en fines tigelles I*db*, terminées chacune par une cupule T*dc* dans laquelle vient s'insérer une fibre (*fig.* D). Quelquefois (*fig.* F) les cupules sont sessiles.

» L'examen de la structure intime des fibres musculaires des Fourmis, des Guêpes et des Abeilles m'a donné des résultats qui concordent avec ceux obtenus par van Gehuchten sur d'autres Insectes.

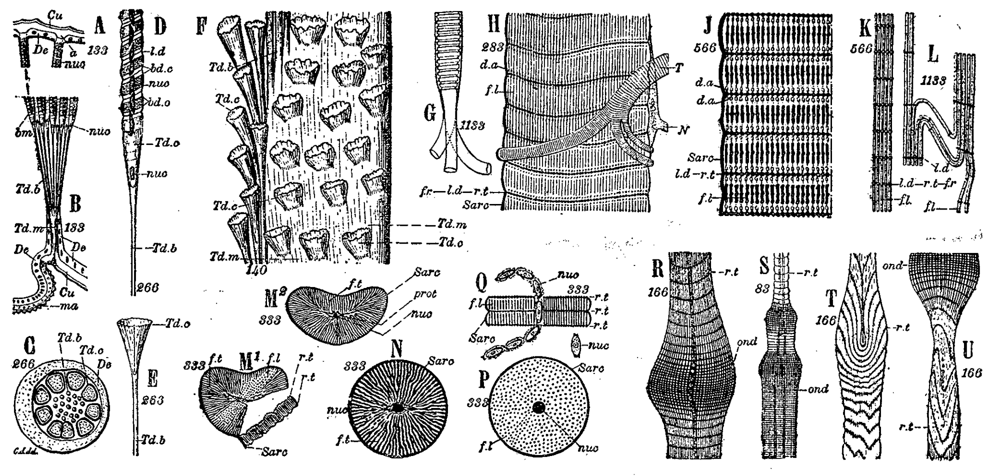
» Chaque fibre doit être considérée comme étant une cellule à nombreux noyaux. Le sarcolemme S*arc* de la fibre représente la membrane cellulaire. Le tube formé par le sarcolemme est gonflé par une *substance de remplissage* qui consiste en une masse semi-fluide, hyaline, homogène, riche en myosine, fortement biréfringente, et dans laquelle sont plongés les filaments longitudinaux et les filaments rayonnants qui constituent la partie structurée de la fibre.

» Les *filaments longitudinaux* (*fl*) sont continus et disposés régulièrement les uns à côté des autres, parallèlement à l'axe de la fibre (*fig.* H, L).

» Les *filaments rayonnants* (*fr*, *ft*; *fig.* N, Q, H) sont disposés suivant des surfaces régulièrement espacées (*rt*, réseau transversal, van Gehuchten), dont la tranche sur les fibres vues de côté, correspond à la ligne de Dobie (*ld*, *fig.* D, H, J). Ces filaments rayonnants relient entre eux les filaments longitudinaux, puis vont s'attacher au sarcolemme et produisent sur lui une traction qui se traduit fréquemment par des sillons annulaires.

» La *substance de remplissage* joue un rôle nutritif pour les filaments longitudinaux et rayonnants qui y baignent.

» Les *filaments longitudinaux* sont contractiles sous l'influence de l'excitation nerveuse (*fig.* R à U). Sous l'influence de cette excitation, ils se contractent localement sur eux-mêmes, rapprochent les unes des autres les surfaces correspondant aux lignes de Dobie et compriment la substance de remplissage qui gonfle latéralement le sarcolemme. Il en résulte une onde de contraction qui progresse en s'éloignant du point qui a reçu l'excitation et attire violemment vers elle (*fig.* U) les filaments de la région qu'elle va atteindre.



» A à E, *Myrmica rubra*, A et B, un muscle et son tendon; C, coupe transversale d'un tendon; D, une fibre et son tendon; E, cupule d'insertion.

» N à Q, *Camponotus ligniperdus*, disques obtenus par la dissociation.

» F à L et R à U, *Vespa crabro*, F, fragment du tendon de l'adducteur des mandibules; G, passage de la partie spiralée à la partie lisse dans une trachée capillaire d'un muscle; H, fibre traitée par la potasse; J, K, L, fibres traitées par l'eau chaude, l'alcool et l'hématoxyline; R, S, T, U, ondes de contraction.

» M¹, M², *Apis mellifica*, deux disques.

» *ma*, membrane articulaire; C*u*, cuticule chitineuse; D*e* hypoderme; T*dm*, tendon d'un muscle; T*db*, tendon d'une fibre; T*dc*, sa cupule terminale; *a*, tubercule d'insertion du côté opposé à la cupule; *bm*, fibre musculaire; *Sarc*, sarcolemme; *nuc*, noyaux; *prot*, protoplasma autour des noyaux; *bdo*, bandes obscures; *bdc*, bandes claires; *fl*, filaments longitudinaux contractiles; *da*, leurs épaississements accessoires; *ft*, *fr*, filaments transversaux, rayonnants, formant les réseaux transversaux *rt* (van Gehuchten) et correspondant aux lignes de Dobie *ld*; *ond*, ondes de contraction; N, nerf; T, trachée. Les nombres placés près des figures indiquent le grossissement.

» Les *filaments rayonnants*, formés d'une substance extraordinairement élastique (*fig.* T, U), servent à maintenir les filaments longitudinaux, à leur transmettre l'excitation nerveuse et à les ramener à leur place lorsque, après s'être contractés, ils ont repris la longueur qu'ils ont au repos.

» Sur la fibre vivante, vue de côté, les filaments longitudinaux sont peu visibles, mais l'ensemble des filaments rayonnants et des renflements qui constituent les disques accessoires forme une accumulation de substance monoréfringente qui, par une sorte d'irradiation, produit de minces bandes claires au travers de la fibre à laquelle la substance de remplissage, formée d'une substance biréfringente, donne un aspect sombre (Van Gehuchten). Les filaments rayonnants et les nœuds de rencontre dessinent au milieu des bandes claires des lignes granuleuses (ligne de Dobie, *ld*, *fig.* D, H).

» La *fig.* H représente une fibre dans laquelle, par suite du traitement par la potasse à 1 pour 100, la substance de remplissage a été dissoute et les filaments longitudinaux *fl* et les filaments rayonnants *fr* bien mis en évidence. Sur les filaments longitudinaux, au voisinage des filaments rayonnants, on voit les petits renflements *da* qui, disposés sur une même surface, constituent ce que l'on a appelé *les disques accessoires*. Les filaments rayonnants montrent surtout les renflements qui constituent les nœuds d'union avec les filaments longitudinaux.

» Les figures J à U ont été dessinées d'après des préparations traitées successivement par l'eau chaude, l'alcool et l'hématoxyline. Les matières albuminoïdes contenues dans la substance de remplissage ont été ainsi coagulées, durcies et colorées. La coagulation s'est faite autour des filaments longitudinaux qui sont ainsi devenus l'axe de bâtonnets de forme variable, et autour des filaments rayonnants et des nœuds qui sont devenus beaucoup plus distincts.

» J'ai obtenu tantôt une coagulation donnant des bâtonnets analogues à ceux décrits par van Gehuchten chez d'autres Insectes (J), tantôt une coagulation uniforme produisant un épaississement tout à fait continu des filaments longitudinaux. Dans ce cas, ils s'isolent sur de grandes longueurs à la suite de dissociations poussées très loin (*fig.* K, L).

» Ces dissociations donnent aussi des disques de hauteur et de constitution variables. La *fig.* Q représente un disque comprenant trois séries de filaments rayonnants (*rt*) et les portions de filaments longitudinaux (*fl*) qu'elles limitent. Les *fig.* N et P représentent deux disques analogues, vus à plat. Dans le premier, la mise au point a été faite au niveau d'un étage

de filaments rayonnants. Dans le second, la mise au point a été faite à un niveau différent et montre, sous forme de points, les filaments longitudinaux, vus en bout.

» La *fig.* M[1] (Abeille) résume les trois précédentes. Elle représente un disque qui, brisé et incurvé par la dissociation, montre à la fois, de face et de côté, ses filaments longitudinaux et ses filaments rayonnants.

» Chez les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles, les noyaux sont toujours disposés, en file unique ou en files multiples, dans la région axiale de la fibre (*fig.* D, S). La coagulation du protoplasma dans lequel ils sont plongés les réunit parfois en chapelets dont on retrouve de longs fragments dans les dissociations (*fig.* Q). »

ANATOMIE. — *Sur le développement des terminaisons nerveuses (fuseaux neuro-musculaires et plaques motrices) dans les muscles à fibres striées.* Note de MM. **G. Weiss** et **A. Dutil**, présentée par M. Potain.

« En étudiant sur des embryons de cobaye le développement progressif des nerfs dans les muscles striés et le mode suivant lequel les fibres nerveuses entrent en contact avec les fibres musculaires en voie de formation, nous avons pu observer ce qui suit :

» Il est un stade du développement de l'embryon dans lequel les muscles néoformés répondent par une contraction lente à une excitation électrique directe, mais ne répondent nullement aux excitations indirectes, même très énergiques, appliquées sur le tronc des nerfs périphériques correspondants. A ce moment, si l'on traite par l'acide osmique le tronc et les branches du nerf, du nerf sciatique par exemple, on constate que le tronc nerveux et ses branches extra et intra-musculaires contiennent des fibres nerveuses encore dépourvues de myéline et des fibres revêtues de leur gaine myélinique et arrivées à peu près à leur complet développement. Celles-ci sont d'autant moins nombreuses que le fragment de nerf examiné est prélevé à un point plus rapproché de la périphérie. En d'autres termes, les fibres bien développées sont en majorité dans le tronc du nerf et ses premières divisions; elles sont en minorité dans les ramifications ultimes. Dans les muscles correspondants, dans les muscles jumeaux, par exemple, les fibres musculaires encore incomplètement développées présentent cependant un commencement de striation. Si l'on dissocie ces muscles après les avoir traités par le chlorure d'or, suivant la méthode de

M. le professeur Ranvier, on distingue aisément, dans les ramifications nerveuses de divers ordres qui les pénètrent, deux sortes de fibres nerveuses qui se différencient nettement par leur calibre, leur trajet, leur degré de développement respectif et enfin par leur mode de terminaison :

» *a*. Les unes en petit nombre, de gros calibre, complètement développées, à étranglements rares ou très espacés, cheminent soit isolément, soit groupées par deux ou trois fibres semblables. Elles sont enveloppées d'une gaine de Henle épaisse, à une, deux et quelquefois trois lames concentriques, et elles aboutissent toujours *soit à une terminaison sensitive musculo-tendineuse* (de Golgi), *soit à un fuseau neuro-musculaire*.

» *b*. Les autres fibres, plus grêles, beaucoup plus nombreuses, encore très incomplètement développées et pour la plupart dépourvues de gaine myélinique, forment, en se juxtaposant, des faisceaux de plus en plus grêles et dont les éléments, à leur terminaison, s'écartent en éventail et prennent contact, par des pointes fines, avec les fibres musculaires adjacentes. Ces fines fibrilles terminales sont uniquement constituées par des cellules allongées, fusiformes, placées bout à bout. L'imprégnation par le chlorure d'or n'y révèle encore aucune trace de cylindraxe. Aux points d'abouchement de ces fibres avec les fibres musculaires correspondantes, on n'aperçoit non plus aucune apparence d'arborisation terminale. Ce sont ces fibres nerveuses que l'on voit à une phase ultérieure du développement de l'embryon (phase qui correspond précisément au moment où apparaît l'excitabilité des nerfs périphériques), maintenant pourvues d'un filament cylindraxile, aboutir aux premiers rudiments des plaques motrices naissantes.

» Or le développement des plaques motrices et celui des fuseaux musculaires se poursuivent séparément et l'on ne voit jamais, ni chez l'embryon ni chez l'animal nouveau-né ou adulte, le fuseau musculaire et ses fibres nerveuses se transformer en se divisant, comme Kühne, Kölliker et Bremer notamment l'ont soutenu, en une série de fibres musculaires munies de leurs plaques motrices.

» En somme, les fuseaux neuro-musculaires (*Muskelspindeln, Muskelknospen, faisceaux neuro-musculaires*) sont des organes terminaux particuliers. Ils ne prennent aucune part au développement des fibres musculaires ni de leurs plaques motrices. Ils ne représentent nullement, comme on l'a avancé, un stade du développement de ces éléments anatomiques ou une production pathologique. Ils constituent, selon toute vraisemblance, *des terminaisons nerveuses de nature sensitive* qu'il convient de

rapprocher des terminaisons tendinomusculaires de Golgi. Leur mode de développement et celui des fibres nerveuses qui y aboutissent, leur structure intime, leur persistance dans les muscles dont l'atrophie relève d'une lésion destructive et systématique des cellules des cornes antérieures, nous paraissent plaider en faveur de cette interprétation. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Liquéfaction de la gélatine. Digestion saline de la gélatine.* Note de MM. **A. Dastre** et **N. Floresco**, présentée par M. Chauveau.

« La gélatine, insoluble dans l'eau à froid, s'y dissout à chaud. Les solutions présentent la propriété de se prendre en gelée par le refroidissement (gélification) lorsqu'elles sont suffisamment concentrées.

» Nous avons étudié les circonstances de ce phénomène (température de gélification, durée, degré de consistance de la gelée, température de fusion) dans leurs rapports les unes avec les autres et avec la richesse de la solution en matière active. Les résultats ne sont pas de nature à être brièvement résumés ici.

» Dans un certain nombre de conditions, les unes déjà signalées, les autres que nous avons fait connaître et qui, toutes, intéressent à un haut degré la Physiologie, la gélatine perd cette propriété caractéristique. Elle ne se prend plus en gelée par le refroidissement. Il y a *liquéfaction* de la gélatine. Les principales de ces conditions sont les suivantes : action prolongée ou répétée de l'eau bouillante; action passagère de l'eau à très haute température; action des solutions salines; digestion gastrique et pancréatique; action des microbes dits *liquéfacteurs*. Nous avons fait connaître la signification de ce changement et la modification chimique dont il est le signe apparent.

» I. La gélification commence à se montrer avec les solutions contenant 0,75 pour 100 de gélatine évaluée à l'état sec : les solutions à 2,3 pour 100 sont des solutions moyennes; les solutions de 5 pour 100 à 10 pour 100 sont des solutions fortes dont il est facile de suivre les transformations. On avait observé que le chauffage de la solution de gélatine en tube scellé à 140° pendant quelques moments la liquéfiait d'une façon définitive (Mülder). L'ébullition prolongée à la pression ordinaire a un résultat analogue (Hoffmeister). Au contraire, on admettait que l'action passagère de la chaleur n'avait pas d'effet et, par exemple, que l'opération ordinaire en

bactériologie, qui consiste à stériliser pendant une heure, dans l'autoclave, à 110°-120°, les bouillons de culture à la gélatine n'altérait pas cette substance. Nous avons constaté que l'altération existe, qu'il y a diminution de la faculté de gélification traduite par l'abaissement du point de gélification, l'augmentation de durée, la diminution de consistance. En principe, le simple contact de l'eau chaude modifie toujours la gélatine, mais le changement ne devient évident que si le contact se prolonge au delà de plusieurs heures.

» On n'avait point fixé la nature de cette altération dont le signe ostensible est la liquéfaction. Nous avons constaté que la gélatine est transformée en un composé voisin, la *gélatose* ou protogélatose caractérisée par les traits suivants : absence de la faculté de gélification; absence de précipitation par le chlorure de sodium à saturation; dérivation de la gélatine par fixation d'eau. Cette gélatose est produite en quantité plus ou moins grande dans les circonstances que nous venons de rappeler. Lorsqu'il y a perte totale de la faculté de gélification, cela veut dire que la totalité de la gélatine (à moins de 0,075) a passé à l'état de gélatose. Lorsqu'il y a diminution de la faculté de gélification, c'est qu'une partie seulement a subi le changement et se trouve mêlée à une proportion plus ou moins grande de gélatine inaltérée.

» II. Dans les cultures de microbes liquéfacteurs, on constate, aux premiers moments, que la gélatine est encore changée en gélatose.

» III. La gélatine perd la propriété de se gélifier lorsqu'elle est mise en contact, un temps suffisant, avec les solutions d'un certain nombre de sels neutres, tels que les iodures et chlorures alcalins. Là encore il s'agit d'une production de gélatose. La transformation peut être totale. Avec d'autres sels, tels que les fluorures, la transformation n'est jamais que partielle. Le degré de la transformation dépend, en général, de la proportion des sels. Si les sels sont en faible proportion (1 pour 100), les solutions de gélatine ne sont pas définitivement liquéfiées; il y a seulement retard de la gélification et diminution de consistance de la gelée, c'est-à-dire transformation incomplète de la gélatine en gélatose. Si les sels sont en forte proportion (10 pour 100), la liquéfaction est définitive; la transformation de gélatine en gélatose est totale, et cela quelle que soit la quantité de gélatine employée (solution faible, 1 pour 100; solution moyenne, 2,5 pour 100; solution forte, 5 pour 100). Cette altération de la gélatine par les sels mérite le nom de *digestion saline,* pour deux raisons : parce qu'elle est identique dans son résultat avec les premières

phases de la digestion gastrique et pancréatique de la gélatine, lesquelles amènent précisément la liquéfaction de la gélatine et sa transformation en protogélatose (Chittenden et Solley, 1891); et, en second lieu, parce qu'elle est identique dans ses conditions de production, puisqu'on la réalise précisément comme les digestions artificielles par un contact prolongé (vingt-quatre à quarante-huit heures) à une température modérée (étuve à 40°), et que, au contraire, elle fait presque complètement défaut dans le cas de chauffage passager (une heure) à une température plus haute (100°-120°).

» Ces faits, comme le montrera l'un de nous, serviront à jeter quelque clarté sur la signification des premiers phénomènes de la digestion en général. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur la valeur biologique de la leucocytose inflammatoire*. Note de M. **Wladimir Woronine** [1], présentée par M. Edmond Perrier.

« J'ai étendu aux animaux invertébrés mes travaux relatifs aux deux phénomènes les plus importants de l'inflammation : la réaction des vaisseaux et la leucocytose localisée.

» I. Chez les animaux vertébrés, pendant l'inflammation, la pression sanguine dilate les capillaires à la suite du décroissement de l'élasticité des tissus environnants, qui jouent le rôle de *tunica media* et *adventitia* pour ces petits vaisseaux. Les arguments pour cette origine de la réaction des vaisseaux se basent sur la mesure directe de l'élasticité des tissus enflammés [2]. J'ai voulu trouver des preuves plus évidentes chez les animaux où les relations entre les vaisseaux et les tissus sont autres :

» *a*. Un réseau de lacunes régulier et ressemblant aux capillaires se trouve dans la paroi externe de la cavité péribranchiale des *Perophora*. Mais ici il n'y a aucune pression sanguine sensible, et autour des lacunes il n'y a qu'une très petite quantité de tissu conjonctif réticulé. Eh bien, on ne peut jamais observer de réaction des vaisseaux pendant l'inflammation (la brûlure par l'aiguille chauffée).

» *b*. Puis, j'ai étudié les lacunes dans le pied des *Mytilus edulis;* ces lacunes sont entourées par des muscles et leur diamètre peut varier beaucoup, par exemple, pendant la turgescence. Si l'on provoque l'inflammation en brûlant par l'aiguille chauffée

(1) Travail fait au laboratoire maritime de Tatihou (près Saint-Vaast-la-Hougue).

(2) Landerer, *Zur Lehre von der Entzünd. Volkmann's Sam.;* 1885.

ou par le nitrate d'argent, ou encore en passant un séton imbibé par l'huile de croton, les lacunes autour du foyer inflammatoire sont rétrécies à la suite de la contraction des muscles irrités. Ainsi donc, nous voyons ici des relations inverses de celles qu'on donne chez les animaux vertébrés.

» *c*. Enfin les branchies de la moule, qui ont un appareil compliqué pour la pulsation, ne changent pas visiblement de diamètre pendant l'inflammation (la brûlure par la chaleur ou le nitrate d'argent).

» De tous ces faits, je crois pouvoir conclure que la réaction des vaisseaux n'a pas de valeur biologique générale, et chez les animaux vertébrés elle n'est liée à l'inflammation que par hasard, à la suite des particularités que présente leur appareil circulatoire.

» II. La leucocytose localisée des animaux vertébrés, comme je l'ai démontré [1], ne peut pas s'expliquer par la chimiotaxie, que les leucocytes ne possèdent pas. Les substances dites *chimiotactiques* ne causent que la réaction des vaisseaux, mais la diapédèse résulte de celle-ci. Dans mon dernier travail [2], je prouve que l'état rond des leucocytes dans le courant sanguin n'est pas l'état de repos, mais d'hyperexcitation mécanique par le mouvement du sang. Ainsi donc, ce n'est pas l'excitation qui fait les leucocytes amiboïdes et provoque la diapédèse, mais c'est inversement un décroissement d'excitation habituelle pendant le ralentissement du courant sanguin, dans les capillaires dilatés. Les rapports de la leucocytose localisée avec la réaction des vaisseaux chez les animaux cités plus haut sont les suivants :

» *a*. Chez *Perophora*, autour du foyer inflammatoire, les lacunes, au bout de deux à trois minutes, sont déjà bourrées de leucocytes, particulièrement celles qui sont perpendiculaires à la direction du mouvement du sang. Sur l'animal vivant, on peut voir avec netteté que ces leucocytes sont passivement emportés par le courant sanguin. Ainsi cette accumulation est purement mécanique et analogue à l'accumulation des leucocytes dans la périphérie des vaisseaux enflammés des vertébrés; en outre, les diverticules formés de lacunes, qui sont bouchées à une extrémité, prennent ici la place des dilatations latérales des vaisseaux. Mais, chez les vertébrés, la dilatation des vaisseaux et le ralentissement du courant sanguin vont graduellement, les leucocytes pouvant toujours se calmer jusqu'à revenir à l'état amiboïde, à l'exclusion des cas rares de chimiotaxie, dite *négative*, quand ils restent hyperexcités, même après le retard du sang. Chez *Perophora*, au contraire, les leucocytes tombent du courant sanguin

---

(1) *Chemiotaxis und die taktile Empfindlichkeit der Leukocyten* (*Centralblatt f. Bact. u. Parasitenkunde*, Bd XVI, n° 24; 1894).

(2) *La réaction inflammatoire des vaisseaux et la valeur de l'inflammation pour l'immunité* (*Travaux de la Soc. physique médic.*, à Moscou, n. 2; 1894).

directement dans les conditions du plein repos, qui existent aussi chez les vertébrés dans les vaisseaux liés par une ligature (expérience de M. Cohnheim ([1]). Les résultats sont les mêmes, c'est l'absence complète de diapédèse. Sur les préparations colorées, tous les leucocytes sont ronds et n'ont pas de prolongements amiboïdes. Dans les branchies de *Perophora*, la circulation du sang est plus énergique et l'accumulation des leucocytes est moins prononcée. J'ai observé des modifications très fortes de l'épithélium vibratile et un exsudat abondant, qui est formé seulement de l'épithélium séparé et d'un caillot albuminoïde. Il n'y a pas de diapédèse.

» *b*. Dans le pied de la Moule, les phénomènes sont inverses de ceux qu'on observe chez les Vertébrés. Autour du foyer inflammatoire, la quantité des leucocytes est diminuée, parce que ces leucocytes sont chassés des lacunes avec le sang.

» *c*. Dans les branchies enflammées de la Moule, la quantité de leucocytes n'est jamais plus grande dans la portion enflammée que dans les parties normales. C'est un fait très intéressant que, pendant l'asphyxie, Sabatier ([2]) a observé une leucocytose abondante, comme j'ai pu en être témoin aussi. Ce fait montre que la leucocytose localisée et l'inflammation sont deux phénomènes différents et indépendants.

» Une conséquence singulière, qui découle des observations précédentes, c'est que la leucocytose inflammatoire localisée, comme la réaction des vaisseaux, est propre aux Vertébrés, et liée aux conditions particulières que présente chez eux la circulation du sang; celle-ci n'a pas de valeur biologique générale.

» Ainsi donc, on n'a pas raison de voir dans cette leucocytose une défense voulue contre l'ennemi qui a pénétré dans l'organisme, comme le fait la théorie phagocytaire. Les modifications mêmes, qui sont communes pour tous les cas étudiés et qui par là ont en réalité une valeur biologique, ne sont pas agressives, mais passives. Je veux parler des modifications inflammatoires des épithéliums et du tissu conjonctif fixé, dont l'étude plus détaillée fera l'objet de mon prochain travail. »

M. Imhof adresse un projet de travail sur la structure de l'épiderme des doigts.

M. Félix Mégret adresse une Note relative à la désinfection des meubles et vêtements par l'emploi de la benzine pure.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

([1]) Cohnheim, *Vorles. über allgem. Patholog.*, p. 280; 1882.

([2]) *Anatomie de la Moule commune*, p. 96 (*Ann. des Sciences nat., Zoologie*, 6e série, vol. V, 1877.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 OCTOBRE 1895.

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par ALBERT Ier, *Prince souverain de Monaco,* publiés sous sa direction avec le concours de M. JULES RICHARD, Docteur ès Sciences, chargé des travaux zoologiques à bord. Fascicule IX : *Contribution à l'étude des Céphalopodes de l'Atlantique nord,* par M. LOUIS JOUBIN. Imprimerie de Monaco, 1895; in-4°. (Présenté par S. A. le Prince de Monaco.)

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes pour le méridien de Paris, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1898, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Janssen.)

Annales médico-psychologiques. N° 2. Septembre-octobre 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 8 octobre 1895. Paris, G. Masson; in-8°.

Ciel de France (Paris) le 1er octobre, à 9h du soir, par M. JOSEPH VINOT; gr. in-8°.

Theorie der endlichen Gruppen von eindeutigen Transformationen in der Ebene, von S. KANTOR. Berlin, Mayer et Müller, 1895; gr. in-8°.

Expedicion cientifica al Popocatepelt. JOSÉ G. AGUILERA Y EZEQUIEL ORDOÑEZ, geologos de la Comision. Mexico, 1895; in-8°.

Die Triangulation von Java ausgeführt vom Personal des geographischen Dienstes in Niederländisch Ost-Indien. Bearbeitet von Dr I.-A.-C. OUDEMANS. Haag, 1895; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 NOVEMBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du silicium sur le fer, le chrome et l'argent.* Note de M. **Henri Moissan**.

« La haute température du four électrique nous a permis de préparer un certain nombre de carbures métalliques définis et cristallisés. Nous avons pensé que la même méthode pourrait s'appliquer à l'obtention des siliciures, composés mal déterminés et peu connus jusqu'ici. Nous donnerons aujourd'hui comme exemple de cette étude l'action exercée par le silicium sur le fer, le chrome et l'argent; ces trois métaux ayant été choisis plus spécialement après quelques recherches préliminaires.

» *Siliciure de fer.* — Les recherches sur les fontes siliciées ont été assez nombreuses, mais il existe peu de travaux sur le siliciure de fer cristallisé. Par l'action du chlorure de silicium sur le fer porté au rouge, Fremy a obtenu des cristaux de siliciure de formule SiFe (1). Hahn (2) a indiqué

(1) *Encyclopédie chimique de Fremy,* article *Fer.*

(2) Hahn, *Recherches chimiques sur les produits de la dissolution de la fonte dans les acides* (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXIX, p. 57).

l'existence d'un siliciure amorphe de formule $SiFe^2$ qui, traité par l'acide fluorhydrique, abandonne un résidu soyeux, cristallin de SiFe. Enfin nous rappellerons l'étude thermochimique de MM. Troost et Hautefeuille sur les fontes siliciées (¹).

» Le siliciure de fer a été préparé par union directe du fer et du silicium, soit dans un four à réverbère chauffé avec du charbon de cornue, soit au four électrique.

» *Préparation.* — 1° On dispose dans une nacelle de porcelaine une brasque de silicium cristallisé, représentant environ le dixième du poids du métal employé. Sur ce silicium, on dispose un cylindre de fer doux et la nacelle est placée dans un tube de porcelaine que traverse un courant lent d'hydrogène pur et sec. On chauffe au moyen de charbon de cornue à une température qui amène une légère déformation du tube, mais qui est inférieure, ainsi que l'on s'en est assuré dans une expérience préliminaire, à la température de fusion du fer doux.

» On obtient, après la chauffe, un lingot blanc d'argent, dur et cassant, qui est formé par un siliciure de fer cristallisé, empâté dans un excès de métal.

» Dans cette expérience, où deux corps solides, le silicium et le fer, sont portés à une température de 1200°, inférieure à leur point de fusion, il s'est produit un lingot métallique fondu. Cela tient, pensons-nous, à la tension de vapeur du silicium solide, qui permet à ce métalloïde de s'unir au fer et de fournir un siliciure plus fusible que le métal. Nous avons constaté déjà de semblables phénomènes avec le bore, et nous pensons qu'on peut donner la même explication pour le cheminement du carbone dans le fer. A cette température de 1200°, le silicium, le bore et le carbone ont déjà une tension de vapeur qui, bien que très faible, leur permet de donner, avec le fer, et bien avant son point de fusion, des composés liquides ou solides.

» 2° On place, dans le creuset (²) du four électrique, 400^{gr} de fer doux en petits cylindres et 40^{gr} de silicium cristallisé. On chauffe quatre minutes avec un courant de 900 ampères et 50 volts. L'expérience doit

---

(¹) Troost et Hautefeuille, *Étude calorimétrique des siliciures de fer et de manganèse* (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 264).

(²) Le carbone du creuset n'intervient pas dans cette réaction, car nous avons démontré précédemment que, dans la fonte en fusion, le silicium déplaçait le carbone avec facilité.

être faite rapidement, afin d'éviter la formation du siliciure de carbone.

» Si l'on augmente les proportions de silicium, le culot obtenu devient difficilement attaquable par les acides, et il est presque impossible de séparer le siliciure formé.

» 3° On peut encore chauffer au four électrique un mélange d'oxyde de fer et d'un excès de silicium, qui donne de la silice facilement volatile, et un lingot de siliciure de fer contenant un excès de métal.

» Dans une expérience faite à la température d'une bonne forge, nous avons chauffé des cylindres de fer doux au milieu de cristaux de silicium. Comme il arrive toujours dans ces conditions, chaque cristal de silicium s'est entouré d'une petite couche d'azoture et d'oxyde, qui empêche la fusion complète et la réunion du métalloïde en un seul culot. Après l'expérience, les cylindres de fer, retirés de la masse, avaient conservé leur forme et n'étaient fondus en aucun point. Ils étaient transformés en siliciures, jusqu'à l'axe même du cylindre et l'on pouvait, par une réaction chimique, séparer et isoler, sous forme de silice, le silicium qu'ils renfermaient à la teneur de 2 pour 100. C'est un nouvel exemple de la tension de vapeur du silicium et de la silice, bien avant leur point de fusion.

» Les culots métalliques, préparés par un quelconque de ces procédés, sont attaqués par l'acide nitrique étendu de quatre fois son volume d'eau. L'attaque, très vive au début, se ralentit peu à peu, au fur et à mesure que le métal disparaît.

» Après décantation et lavage, il reste un siliciure cristallisé de formule $SiFe^2$.

» *Propriétés physiques.* — Le siliciure de fer se présente en petits cristaux prismatiques, brillants, possédant un éclat métallique; sa densité est de 7,00 à +22°; son point de fusion est inférieur à celui du fer et supérieur à celui de la fonte. Il agit sur l'aiguille aimantée.

» *Propriétés chimiques.* — L'acide fluorhydrique, en solution aqueuse, attaque le siliciure de fer, et la réaction ne tarde pas à devenir très vive. Ce résultat est en désaccord avec les expériences de Hann qui a mentionné l'existence d'un siliciure de fer inattaquable par l'acide fluorhydrique. Lorsque le siliciure est réduit en poudre fine, l'acide chlorhydrique l'attaque lentement. L'acide nitrique n'a pas d'action sensible sur ce composé, mais l'eau régale le détruit avec formation de silice.

» Les hydracides gazeux attaquent le siliciure de fer à une température qui varie du rouge sombre au rouge vif.

» L'azotate et le chlorate de potassium à leur point de fusion sont sans

action. Les carbonates alcalins fondus l'attaquent lentement tandis qu'un mélange de nitrate et de carbonate le décompose avec facilité.

» *Analyse.* — Le siliciure de fer était attaqué par un mélange de nitrate et de carbonate alcalins; le fer a été dosé sous forme de sesquioxyde et le silicium à l'état de silice.

» Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.	Théorie pour $SiFe^2$.
Fer.........	79,20	81,10	82,12	81,43	80,00
Silicium.....	20,95	19,04	18,02	18,59	20,00

» *Siliciure de chrome.* — 1° Lorsque dans une nacelle brasquée au silicium, on place des fragments de fonte de chrome à 2 pour 100 de carbone, métal beaucoup plus infusible que le fer, on peut, en chauffant un peu au-dessus de 1200° dans un courant d'hydrogène, produire la fusion du chrome, sous forme de siliciure de chrome. Ici encore, grâce à sa tension de vapeur à l'état solide, le silicium a passé dans le chrome, et en a produit la fusion.

» Pour réussir cette expérience, il est important de monter son fourneau à réverbère avec soin et d'en augmenter le tirage par un tuyau de 10 à 12^m. Dans quelques-unes de ces expériences, le tube de porcelaine s'est aplati et les deux parois se sont soudées l'une à l'autre.

» 2° On a chauffé au four électrique, dans un creuset de charbon, du chrome non carburé avec 15 pour 100 de son poids de silicium. En employant un courant de 900 ampères et 50 volts, la chauffe doit durer neuf minutes.

» On obtient ainsi un culot à cassures cristallines, renfermant le siliciure, noyé dans un excès de métal.

» 3° On chauffe au four électrique un mélange de silice 60 parties, sesquioxyde de chrome 200, charbon de sucre 70. Durée de la chauffe, dix minutes. Intensité du courant : 950 ampères et 70 volts. On obtient ainsi un culot très bien fondu, cassant et nettement cristallin. Quelques géodes, qui se trouvent à l'intérieur du métal, sont tapissées d'aiguilles de siliciure de chrome.

» Les culots métalliques ainsi obtenus, grossièrement pulvérisés, sont traités par l'acide fluorhydrique concentré et froid. Après quelques instants, une attaque assez vive se produit; on modère l'action de l'acide, en ajoutant un peu d'eau pour éviter toute élévation de température qui déterminerait l'attaque du siliciure. On lave à l'eau, et l'on reprend par l'acide

fluorhydrique concentré à froid jusqu'au moment où toute attaque a cessé. On obtient finalement le siliciure, cristallisé en petits prismes isolés, ou soudés les uns aux autres.

» Ce siliciure est souvent souillé d'une petite quantité de siliciure de carbone cristallisé, dont nous n'avons pu le séparer et dont on doit tenir compte dans l'analyse.

» Ses propriétés chimiques rappellent assez celles du siliciure de fer. Il se conduit de même vis-à-vis des acides. Le chlore l'attaque au rouge, avec incandescence. L'acide chlorhydrique gazeux le transforme vers 700° en chlorure de silicium et chlorure de chrome. Le nitrate de potasse en fusion donne rapidement un chromate et un silicate, enfin la potasse fondue l'attaque avec lenteur. Nous ajouterons que le siliciure de chrome raye le quartz et même le corindon avec la plus grande facilité. La plupart des siliciures possèdent d'ailleurs une dureté beaucoup plus grande que les carbures correspondants. On trouvera parmi ces composés des corps plus durs que le siliciure de carbone.

» *Analyse.* — L'analyse du siliciure de chrome nous a présenté certaines difficultés. L'attaque se faisait par un mélange de carbonate de potassium, 2 parties, et azotate de potassium, 8 parties. Le tout était repris par l'acide chlorhydrique. La séparation de la silice que l'on rend insoluble dans les acides, au bain de sable, par deux traitements successifs, est toujours délicate. La présence du siliciure de carbone que l'on sépare par une attaque spéciale aux acides et l'existence dans quelques échantillons d'un carbo-siliciure de chrome viennent encore compliquer l'analyse.

» Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	Théorie pour $SiCr^2$.
Chrome	80,22	79,83	80,36	78,79
Silicium	19,60	21,08	19,92	21,21

» *Action du silicium sur l'argent.* — Lorsqu'on chauffe au four électrique un mélange de silicium cristallisé et d'argent pur, on obtient, si la température a été très élevée, un culot métallique qui est recouvert de beaux cristaux. Ceux-ci peuvent, à première vue, être pris pour du siliciure d'argent. En dissolvant l'argent dans l'acide azotique, on obtient un résidu d'hexagones transparents, colorés en jaune, dont l'analyse démontre qu'ils sont entièrement formés de siliciure de carbone.

» Lorsque la température du four électrique est moins élevée, le silicium abandonne l'argent avant sa solidification; il cristallise en partie

sous forme de cristaux transparents au microscope, analogues à ceux qui ont déjà été décrits par M. Vigouroux ([1]). L'argent, qui entoure ces cristaux, ne nous a pas donné à l'analyse trace de silicium.

» La même expérience a été faite dans le four à réverbère, ainsi que nous l'avons décrite plus haut, et l'argent n'a pas retenu davantage de silicium; il en a été de même dans des essais faits à la forge, et dans des expériences réalisées au four Perrot, dans lequel le silicium était produit par le procédé de Deville (action du sodium sur le fluosilicate), au contact d'argent en fusion.

» Dans ces différentes expériences, l'argent liquide dissout du silicium, mais il l'abandonne à l'état cristallin au moment de sa solidification.

» Ce phénomène nous semble donc comparable à l'action qu'exerce le phosphore sur l'argent. Ce métal dissout, en effet, une notable quantité de phosphore au-dessus de 1000° et, au point exact où il passe de l'état solide à l'état liquide, on voit la vapeur de phosphore rocher en abondance comme le fait l'oxygène ([2]).

» *Conclusions.* — En résumé, l'action du silicium sur les métaux peut nous donner trois résultats différents :

» 1° Le silicium solide peut, grâce à sa tension de vapeur, s'unir au métal solide et donner, par une action analogue à la cémentation, un véritable siliciure, dont le point de fusion est moins élevé que celui du métal.

» 2° Le silicium liquide peut s'unir au métal fondu au four électrique.

» 3° Le silicium se dissout dans le métal liquide, ne forme pas de combinaison avec lui, ou en produit une très instable, et se dépose à l'état cristallin au moment de la solidification de ce métal. »

M. de Freycinet, en présentant à l'Académie son livre intitulé *Essais sur la Philosophie des Sciences,* s'exprime ainsi :

» Les Sciences ne se bornent pas à étendre le domaine de nos connaissances positives. Elles deviennent à leur tour un objet d'étude pour l'esprit, qui aime à en dégager la pensée philosophique, à définir leurs méthodes

---

(1) Vigouroux, *Sur la réduction de la silice par l'aluminium* (*Comptes rendus,* t. CXX, p. 1161).

(2) Hautefeuille et Perrey, *Sur le rochage de l'or et de l'argent dans la vapeur de phosphore* (*Comptes rendus,* t. XCVIII, p. 1378).

et leurs procédés, à remonter jusqu'à leurs principes, et à saisir les liens qui les rattachent aux idées générales, fonds commun où s'alimentent les diverses branches du savoir humain. Il y aurait intérêt, selon moi, à ce que, de temps à autre, chaque science fût résumée à ce point de vue et en quelque sorte inventoriée, de manière à offrir au public éclairé les résultats les plus caractéristiques. J'ai essayé d'exécuter ce travail sur deux branches dont je me suis plus particulièrement occupé : l'Analyse infinitésimale et la Mécanique rationnelle.

» Les personnes qui chercheraient dans mon Ouvrage un Traité plus ou moins didactique seraient entièrement déçues. Elles n'y trouveront qu'un aperçu philosophique, en langage ordinaire, sans formules ni figures géométriques, et que j'ai tâché de rendre abordable à tous les esprits cultivés.

» Je me suis surtout proposé, dis-je à la fin de ma préface, de montrer la voie dans laquelle je souhaiterais de voir les savants s'engager. Mon but serait atteint si je décidais certains d'entre eux à rehausser par leur autorité ce genre de travaux, et si j'inspirais dès maintenant à quelques lettrés le goût de se rapprocher de deux sciences, plus faciles à pénétrer qu'on ne suppose, et qui marquent un des plus puissants efforts de l'esprit humain dans la recherche de la vérité. »

NOMINATIONS.

M. **Brouardel** est nommé membre de la Commission du concours des Arts insalubres, en remplacement de feu M. *Larrey*.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Aug. Coret** adresse un complément à la Note qu'il a soumise au jugement de l'Académie le 14 octobre dernier « sur un appareil hydraulique propre à mettre en évidence le mouvement de rotation de la Terre » et rappelle les divers essais qu'il a réalisés avec cet appareil depuis l'année 1887.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. DE LAIGUE, de Rotterdam, transmet à l'Académie une copie de l'éloge de M. Morand par Condorcet et une lettre autographe de *Condorcet*, du 11 février 1785, accompagnant l'envoi de cette copie à Mme Morand.

Ces pièces seront déposées dans les Archives de l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Éléments de la comète Swift*, 1895 *II*. Note de M. L. SCHULHOF, présentée par M. Tisserand.

« La comète périodique, découverte par M. Swift le 20 août 1895, appartient à ce groupe remarquable de comètes qui, sans être identiques avec la comète de Lexell, paraissent avoir eu avec elle une origine commune. En effet, la valeur de la constante de M. Tisserand,

$$n_j = \frac{1}{a} + \frac{2\sqrt{A_j}}{R_j^{\frac{3}{2}}}\sqrt{p}\cos i,$$

est presque identique pour ces deux comètes et elles ont leur point de proximité l_j à l'orbite de Jupiter, dans la même région du ciel. On trouve en outre, parmi les diverses orbites hypothétiques de la comète de Lexell, que Le Verrier a déterminées pour l'époque postérieure à 1779, quelques-unes qui ressemblent très sensiblement à celle de la comète de Swift. Cet astre mérite donc d'attirer l'attention des astronomes; il est désirable qu'on l'observe aux instruments les plus puissants aussi longtemps que possible, d'autant plus qu'il y a peu d'espoir de le retrouver avant son cinquième retour en 1931, étant donné que sa durée de révolution est d'environ 7,2 années, avec une incertitude de $\pm$ 15 jours.

» Les éléments suivants sont basés sur les quatre lieux normaux :

Temps m. de Paris.	Nombre d'observations.	λ 1895,0.	β 1895,0.
1895 Août 25,0.......	22	10°.56'. 3",7	+1°.41'.32",4
Sept. 18,5.......	17	19.42. 5,7	−2.16.15,0
Sept. 27,5.......	7	20.49.58,3	−3.27.26,4
Oct. 22,0.......	2	21.25.26,5	−5.14.48,2

» Je dois les deux observations du dernier lieu à l'obligeance de M. Bigourdan.

» Je mets en regard de mes éléments ceux de la comète de Lexell, qui correspondent, dans le Tableau de Le Verrier, à l'hypothèse $\mu = +0,9$.

	Comète de Swift.	Comète de Lexell.
T =	1895, Août 20,82730 t. m. de Paris.	
π =	338°4′16″,3	334°26′
☊ =	170.18.7,8	168.29
i =	3. 0.14,9	5.22
e =	0,651549	0,6573
$\log a$ =	0,571004	0,6042
n_j =	0,493	0,480
l_j =	179°,5	184°

» Les écarts suivants subsistent dans les lieux intermédiaires :

$\Delta\lambda$	−0″,3	+3″,4
$\Delta\beta$	−0″,2	−0″,2

» D'après ces éléments, la comète se rapproche de l'orbite de Mars à 0,007 dans la longitude héliocentrique $l = 15°$, et de celle de Jupiter jusqu'à 0,08; elle était, vers 1886,25, assez voisine de cette dernière planète. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches spectrales sur l'étoile Altaïr. Reconnaissance d'un mouvement orbital et d'une atmosphère.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« J'ai organisé en 1892, à l'Observatoire de Paris, avec le grand télescope de $1^m,20$, la recherche de la vitesse radiale des astres par l'application du principe de Doppler-Fizeau, et j'ai jugé nécessaire de faire, pour une même étoile, plusieurs épreuves photographiques et plusieurs mesures de vitesse à des dates différentes. Or, les vitesses offrent parfois des différences supérieures aux erreurs d'observation; et, en particulier, tel est le cas avec les étoiles α Aigle (Altaïr) et β Petite Ourse. Il faut en conclure que ces étoiles, simples avec les grands télescopes, ont un mouvement orbital et sont en réalité composées.

» Toutes les étoiles ont probablement un mouvement orbital; et le Soleil, par exemple, décrit une orbite avec une vitesse au plus égale à

15 mètres par seconde. Mais, si l'on excepte les étoiles doubles et multiples, on n'a pu, jusqu'à présent, constater un mouvement orbital que dans six étoiles; pour une de ces étoiles la simple lunette a suffi, pour les cinq autres on a employé le spectroscope.

» Cependant, l'étoile Altaïr a été étudiée au commencement, dans un but tout autre; elle présente, comme on sait, une particularité curieuse (¹) : à l'inverse des autres étoiles blanches, elle a des raies métalliques (fer et calcium, par exemple) notablement larges, presque aussi larges que les raies de l'hydrogène. Aussi a-t-elle paru convenir pour l'essai de la méthode que j'ai indiquée, en 1892 (*Comptes rendus*, 2ᵉ semestre, p. 224), pour constater l'existence et les variations de l'atmosphère des étoiles. Cette méthode, inspirée par l'étude du Soleil, consiste à rechercher, au milieu des raies noires larges du spectre, les petites raies brillantes renversées qui représentent l'ensemble de la chromosphère. La recherche a été tentée, en 1892, avec Altaïr, la pose étant longue ainsi que dans le Soleil, et a donné le résultat attendu. On aperçoit souvent au milieu des larges raies de l'hydrogène, et même parfois du calcium et du fer, une petite raie double brillante, d'intensité variable par rapport à l'ensemble du spectre, qui doit être attribuée à la chromosphère de l'astre. Altaïr est la première étoile pour laquelle on ait reconnu la lumière spéciale de l'atmosphère.

» Cependant les premières épreuves portaient un spectre de comparaison, et ont permis de mesurer les vitesses radiales, lesquelles ont présenté des différences notables. L'étude a été poursuivie alors pour la durée du mouvement orbital, avec des poses plus courtes (20^m en moyenne).

» L'ensemble des observations et des mesures (²), qui ont été faites avec le concours de mon assistant M. Millochau, est réuni dans le Tableau suivant :

(¹) Signalée pour la première fois par le Dʳ Scheiner, de Potsdam.

(²) Les mesures de comparaison sont délicates et difficiles, en particulier, à cause de la largeur des raies stellaires. On a employé la raie $H\gamma$ de l'hydrogène pour toutes les épreuves, et pour la plupart aussi la raie $H\delta$, et pour quelques épreuves seulement les raies du fer et du calcium. Lorsque le poids est 5, l'erreur maxima peut être évaluée à 3^{km} par seconde.

Dates.	Vitesses observées par rapport au Soleil.	Poids de 1 à 5.	Dates.	Vitesses observées par rapport au Soleil.	Poids de 1 à 5.
	km			km	
8 juillet 1892...	−23,3	2	16 juillet 1895...	−37,4	5
6 août 1892...	−12,4	3	17 » ...	−35,0	5
12 » ...	−32,6	4	23 » ...	−17,6	5
13 » ...	−25,6	4	25 » ...	+11.4	5
31 » ...	−18,5	3	9 août 1895 ...	−21,4	5
12 sept. 1892...	−11,8	1	13 » ...	−12,2	5
19 » ...	−38,4	3	14 » ...	−13,1	4
3 octob. 1892...	−18,5	2	16 » ...	− 1,9	5
6 juillet 1893...	−19,3	4	17 » ...	−22,9	5
7 » ...	−15,6	5	19 » ...	−28,2	5
19 » ...	−18,0	5	20 » ...	−28,6	5
11 août 1894...	−36,5	1	21 » ...	−19,8	5
17 octob. » ...	−28,4	3	22 » ...	−29,0	5
28 mai 1895...	+10,9	4	24 » ...	−28,5	5
30 » ...	−11,3	5	26 » ...	−33,8	5
8 juin 1895...	−14,9	5	28 » ...	−24,2	5
11 » ...	−14,9	4	29 » ...	−35,1	5
15 » ...	− 9,8	5	30 » ...	−18,4	5
17 » ...	−13,4	3	31 » ...	− 6,3	5
22 » ...	−16,1	3	2 sept. 1895...	−29,00	2
24 » ...	− 8,2	5	4 » ...	−20,1	4
25 » ...	− 3,00	5	6 » ...	−30,5	5
26 » ...	− 4,6	5	9 » ...	−24,0	5
3 juillet 1895...	−11,0	1	16 » ...	−33,8	5
8 » ...	−12,7	5	20 » ...	−13,5	5
9 » ...	−18,1	4	23 » ...	−10,7	5
10 » ...	−27,8	2	24 » ...	−27,8	5
12 » ...	−25,3	5	25 » ...	− 7,2	4

» Le Tableau indique nettement des variations de vitesse qui sont périodiques, mais complexes. On distingue tout d'abord clairement une grande oscillation dont les maxima se représentent tous les quarante-trois jours, et à laquelle se superposent une ou plusieurs oscillations secondaires. L'ensemble des observations s'accorde assez bien avec une oscillation secondaire dont l'amplitude et la période (de cinq jours environ) seraient légèrement variables. Or, dans un système de corps soumis à leurs attractions mutuelles, la vitesse radiale V du corps de masse M est liée aux vitesses radiales $v_1, v_2, \ldots, v_n$ et aux masses $m_1, m_2, \ldots, m_n$ des autres corps par la relation simple :

$$V = T - \frac{m_1(v_1 - T)}{M} - \frac{m_2(v_2 - T)}{M} - \ldots - \frac{m_n(v_n - T)}{M},$$

T est la vitesse radiale due aux mouvements de translation du Soleil et du système.

» L'étoile Altaïr serait donc au moins triple. Mais, pour reconnaître exactement toutes les phases du phénomène, il convient de faire une plus longue série d'observations avec un appareil meilleur et plus commode que le grand télescope, et sous un ciel moins variable.

» L'analyse spectrale d'une étoile peut donc faire connaître d'une part la lumière spéciale de son atmosphère, d'autre part le nombre, la période et la quantité de mouvement relative des astres secondaires qui gravitent autour d'elle. Mais la précision de la recherche augmente avec la dispersion et la netteté du spectre, et il convient d'employer des appareils astronomiques et spectroscopiques aussi grands et aussi parfaits que possible au point de vue optique.

» Quant à l'étoile β Petite Ourse signalée plus haut, ses variations de vitesse, qui sont rapides, seront présentées dans une Note ultérieure. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation différentielle binome du premier ordre*. Note de M. **Michel Petrovitch**, présentée par M. Picard.

« Envisageons l'équation

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^m = \mathrm{R}(x, \mathrm{X}, y),$$

où R est rationnel en x, X, y, en supposant x et X liés par une relation algébrique $\mathrm{G}(x, \mathrm{X}) = 0$. L'équation se ramène d'ailleurs à la forme

$$(1) \qquad \frac{dy}{dx} = \frac{\mathrm{P}_1(x, \mathrm{X}, y)\sqrt[m]{\mathrm{P}_2(x, \mathrm{X}, y)}}{\mathrm{P}_3(x, \mathrm{X}, y)},$$

où P_1, P_2, P_3 sont des polynomes en x, X, y. Il ne peut y avoir d'intégrales uniformes et transcendantes en x que si le polynome G en x et X est de degré 1 en X; s'il n'en est pas ainsi, toute intégrale uniforme en x est rationnelle, *mais il peut y avoir des intégrales uniformes et transcendantes en x et* X, et même l'intégrale générale peut être de telle nature.

» Occupons-nous d'abord du cas où l'intégrale générale de (1) est uniforme en (x, X). S'il en est ainsi, l'équation (1) est à points critiques fixes. En y appliquant le théorème de M. Fuchs, on arrive à ce résultat que l'équation (1), supposée irréductible, doit être ou bien d'un degré

$m < 3$ et de la forme

$$(2)\qquad \frac{dy}{dx} = \lambda_1 (y - \lambda_2),$$

$$(3)\qquad \frac{dy}{dx} = \lambda_1 (y - \lambda_2)(y - \lambda_3),$$

$$(4)\qquad \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = \lambda_1 (y - \lambda_2)^2 (y - a)(y - b)$$

(où λ_1, λ_2, λ_3 sont fonctions de x seulement, et a, b des constantes), ou bien, si $m \geqq 3$, de la forme

$$(5)\qquad \left(\frac{dy}{dx}\right)^m = f(x)\,\mathrm{R}(y),$$

où $\mathrm{R}(y)$ est un polynome en y. De plus, en ramenant l'équation (5) à la forme

$$(6)\qquad \left(\frac{dy}{dx}\right)^m = \mathrm{R}(y),$$

on peut remarquer que si l'intégrale générale de (5) est à points critiques fixes, celle de (6) est uniforme, et l'on connaît, d'après Briot et Bouquet, tous les types d'équations (6) intégrables par des fonctions uniformes. On aura ainsi le Tableau suivant d'équations [auquel il faut joindre (2), (3) et (4)] dont l'intégrale générale peut être uniforme en (x, X) :

$$(7)\qquad \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 = \lambda(y - a)(y - b)(y - c)(y - d),$$

$$(8)\qquad \left(\frac{dy}{dx}\right)^3 = \lambda(y - a)^2 (y - b)^2 (y - c)^2,$$

$$(9)\qquad \left(\frac{dy}{dx}\right)^4 = \lambda(y - a)^2 (y - b)^3 (y - c)^3,$$

$$(10)\qquad \left(\frac{dy}{dx}\right)^6 = \lambda(y - a)^3 (y - b)^4 (y - c)^5,$$

$$(11)\qquad \left(\frac{dy}{dx}\right)^m = \lambda(y - a)^{m+1} (y - b)^{m-1}$$

(λ est fonction de x, et a, b, c, d des constantes). Ces formes sont distinctes entre elles; on en aura d'ailleurs encore d'autres par des transformations homographiques.

» L'équation (2) est linéaire; (3) est une équation de Riccati; (4) se ramène à une équation de Riccati et à une quadrature; les équations (7), (8), (9), (10), (11) s'intègrent toutes par des quadratures.

» Supposons maintenant que l'intégrale générale ne soit pas uniforme en (x, X); alors il peut y avoir des intégrales particulières de telle nature. Cherchons à préciser les types d'équations (1) pouvant admettre de telles intégrales.

» Toute intégrale singulière $y = \varphi(x, X)$, annulant P_2 et par suite y, doit être une constante et réciproquement. Si toutefois $y = \varphi$ annulait P_2 ou P_3, ce serait un lieu de points critiques de l'intégrale.

» Ceci étant, si le nombre total de valeurs distinctes $y_i = \varphi_i(x, X)$, qui ou bien annulent P_3 ou bien annulent P_2 sans être constantes, dépasse deux, *toute intégrale uniforme en* (x, X) *est rationnelle en* (x, X). En effet, toute intégrale qui pour $x = x_0$ prend la valeur $\varphi_i(x_0, X_0)$ admet x_0 comme point critique, sauf pour certains points x_0 exceptionnels en nombre fini. L'intégrale y, supposée uniforme en (x, X), ne peut donc être égale à φ_1, φ_2, φ_3 que pour des valeurs exceptionnelles de x en nombre fini et le raisonnement s'achèvera comme dans le cas de l'équation du premier degré, dont nous nous sommes occupé dans une Note antérieure (¹).

» Désignons par λ le nombre de valeurs $y_i = \varphi_i(x, X)$ qui annulent P_2 sans être des constantes. Pour que l'intégrale puisse être uniforme en (x, X) et transcendante, il faut, d'après ce qui précède, que $\lambda = 0, 1, 2$.

» Soit d'abord $\lambda = 0$. P_2 est alors polynome en y à coefficients constants, soit $\varpi(y)$. Si y est une intégrale uniforme transcendante en (x, X), le radical

$$\sqrt[m]{\varpi(y)} = \frac{P_3(x, X, y)}{P_1(x, X, y)}$$

l'est également. Pour qu'il en soit ainsi, il faut, d'après un théorème de M. Picard, *que la courbe* $z^m = \varpi(y)$ *soit du genre* 0 *ou* 1. (En particulier, si $m = 2$, le polynome $\varpi(y)$ doit être d'un degré inférieur à 5.) D'autre part, le nombre de valeurs de y qui rendent infinie $\frac{dy}{dx}$ (y compris la valeur $y = \infty$), ne peut pas dépasser deux; par conséquent, l'équation doit être de la forme

$$\frac{dy}{dx} = \frac{P_1(x, X, y)\sqrt[m]{\varpi(y)}}{(y - \varphi_1)^{k_1}(y - \varphi_2)^{k_2}},$$

et l'on aura une relation entre les degrés du numérateur et du dénominateur en tenant compte de ce que $z = 0$ ne peut pas être une intégrale de

(¹) *Comptes rendus*, n° 22; 1894.

l'équation en $z = \frac{1}{y}$, sans quoi il y aurait au moins trois valeurs $y_i = \varphi_i$ (en comptant $y = \infty$ comme une telle valeur).

» Si $\lambda = 1$, l'une des valeurs φ_1 et φ_2 doit annuler P_2.

» Si $\lambda = 2$, toutes les deux valeurs φ_1 et φ_2 (si elles existent) doivent annuler P_2.

» Enfin, si $P_1 = 0$ admet des solutions $y = \text{const.}$, ces solutions jouent le même rôle que $y_i = \varphi_i$, de sorte qu'on peut dire, d'une manière générale, que *le nombre total des infinis* $y_i = \varphi_i(x, X)$ *de* y', *de zéros non constants de* P_2 *et de zéros constants de* P_1, *doit être inférieur à* 3.

» J'ajoute qu'il suffit de supposer X rationnel en x pour que tout ce qui précède puisse s'appliquer aux intégrales, uniformes en x, de l'équation binome. »

ARITHMÉTIQUE. — *Nouvelle méthode pour extraire les racines des nombres.* Note de M. **Manuel Vazquez Prada**, présentée par M. Appell.

« 1. Nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie une méthode nouvelle, toute différente de celle que l'on enseigne actuellement, pour extraire une racine d'indice quelconque d'un nombre entier. Cette méthode, comme on va le voir, est d'une remarquable simplicité, tant au point de vue théorique qu'au point de vue de son application. Elle présente notamment le grand avantage de conduire tout droit au but, en évitant les tâtonnements qui compliquent et alourdissent les procédés jusqu'à présent en usage ([1]).

» La méthode que nous proposons s'appuie sur ce principe évident et d'ailleurs bien connu, consistant en ce que *la différence des puissances, d'un même exposant entier quelconque, de deux nombres entiers consécutifs augmente en même temps que ces nombres.*

» 2. Soit à extraire la racine $n^{\text{ième}}$ d'un nombre entier A. Partageons-le en tranches de n chiffres, à partir de la droite, la dernière tranche à la gauche pouvant contenir un nombre de chiffres moindre. Soit p le nombre

---

([1]) L'emploi des logarithmes, pour l'extraction des racines, repose, en théorie, sur des considérations moins élémentaires et, en pratique, est d'une application assez limitée, les tables de logarithmes existantes ne permettant pas d'opérer sur des nombres de plus de sept chiffres.

de ces tranches. A l'aide de la table, préalablement construite, des puissances $n^{\text{ièmes}}$ des neuf premiers entiers, prenons le plus petit de ces entiers dont la $n^{\text{ième}}$ puissance soit supérieure au nombre formé par la dernière tranche de gauche. Désignons-le par α. Il est clair que A est inférieur à $\alpha^n \times 10^{np}$ et par conséquent $\sqrt[n]{A}$ inférieur à $\alpha \times 10^p$. Appelons λ ce dernier nombre, ou, d'une manière générale, tout autre nombre entier dont la puissance $n^{\text{ième}}$ soit supérieure à A, sans trop en différer.

» Supposons d'abord que A soit exactement la puissance $n^{\text{ième}}$ d'un nombre entier a et proposons-nous de trouver le nombre entier h qu'il faudrait retrancher de λ pour obtenir a. D'après le principe rappelé plus haut, les différences successives de la suite des nombres a^n, $(a+1)^n$, $(a+2)^n$, ..., $(a+h-1)^n$, $(a+h)^n = \lambda^n$ vont en croissant. Si donc on divise $D_1 = \lambda^n - A$ par la plus grande de ces différences, c'est-à-dire par $d_1 = \lambda^n - (\lambda-1)^n$, le quotient entier q_1, à une unité près par défaut, sera inférieur à h, à moins que q_1 ne soit rigoureusement égal à l'unité, c'est-à-dire D_1 égal à d_1. On aurait, en effet, dans ce cas, $h = q_1 = 1$ et $\lambda - 1$ serait la racine cherchée.

» Admettons qu'il n'en soit pas ainsi. Retranchons q_1 de λ. Le nombre obtenu $\lambda - q_1$ sera supérieur à $\sqrt[n]{A}$. En raisonnant comme tout à l'heure et en divisant $D_2 = (\lambda - q_1)^n - A$ par $d_2 = (\lambda - q_1)^n - (\lambda - q_1 - 1)^n$, on obtiendra comme quotient, à une unité près par défaut, un nombre entier q_2 qui, retranché de $\lambda - q_1$, donnera un nombre encore supérieur à la racine cherchée, mais en différant moins que le précédent. On recommencera, en partant de ce nouveau membre, les opérations déjà indiquées et l'on continuera ainsi jusqu'à ce que l'on arrive à trouver un dividende D_i et un diviseur d_i qui soient égaux. La racine cherchée sera exactement égale à $\lambda - q_1 - q_2 - \ldots - q_{i-1} - 1$.

» Supposons maintenant que A ne soit pas la puissance $n^{\text{ième}}$ exacte d'un nombre entier a. En procédant comme nous l'avons indiqué, on arrivera finalement à trouver un dividende D_i inférieur au diviseur d_i correspondant. On en conclura que le nombre $\lambda - q_1 - q_2 - \ldots - q_{i-1}$ est le plus petit nombre entier dont la $n^{\text{ième}}$ puissance soit supérieure à A, c'est-à-dire que $\lambda - q_1 - q_2 - \ldots - q_{i-1} - 1$ est la racine $n^{\text{ième}}$ de A, à une unité près par défaut. Le reste de l'opération est d'ailleurs égal à $d_i - D_i$.

» 3. Donnons une application numérique. Soit à extraire, à une unité près, la racine cubique du nombre $A = 94728513$. Cette racine aura trois chiffres et le chiffre des centaines sera 4. On pourra donc prendre pour

point de départ $\lambda = 500$. On aura comme premier dividende

$$D_1 = 125\,000\,000 - 94\,728\,513 = 30\,271\,487$$

et comme premier diviseur $d_1 = 500^3 - 499^3 = 748\,501$. En effectuant la division, on obtient le quotient $q_1 = 40$, à une unité près par défaut. On calcule $(\lambda - q_1)^3 = 460^3 = 97\,336\,000$ et l'on en retranche le nombre A. On obtient ainsi le second dividende $D_2 = 97\,336\,000 - 94\,728\,513 = 2\,607\,487$. Le diviseur correspondant est $d_2 = 460^3 - 459^3 = 632\,420$. Le quotient à une unité près par défaut est $q_2 = 4$. D'où $\lambda - q_1 - q_2 = 456$. Le troisième dividende est $D_3 = 456^3 - 94\,728\,513 = 90\,303$. Le diviseur correspondant serait $d_3 = 456^3 - 455^3 = 622\,441$; mais, comme il est supérieur au dividende D_3, l'opération est terminée et la racine cherchée est $456 - 1 = 455$, à une unité près par défaut. Le reste est $d_3 - D_3 = 532\,138$. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Expression de la charge supportée par l'arbre d'une turbine hydraulique en marche. Théorème relatif à l'effet dynamique de l'eau sur les aubages.* Note de M. **Bertrand de Fontviolant**, présentée par M. Maurice Lévy.

« *Charge sur l'arbre d'une turbine.* — Le diamètre qu'il convient de donner à l'arbre d'une turbine hydraulique dépend de la charge supportée par cet arbre pendant la marche. Il en est de même du travail absorbé par le frottement sur le pivot.

» Il est donc nécessaire, dans l'étude de tout projet de turbine, de déterminer la valeur de cette charge.

» Elle se compose de deux parties :

» La première, dont l'évaluation n'offre aucune difficulté, est le poids propre de la turbine, de l'arbre et des organes montés sur celui-ci.

» La seconde est la composante verticale de la résultante des actions exercées par l'eau sur la turbine. Dans notre Note nous avons établi les expressions de cette composante, qui, comme on va le voir, sont très simples; appelons-la Z.

» Ainsi qu'on le conçoit *a priori*, dans le cas des *turbines centrifuges*, Z est nul si la turbine tourne noyée dans le bief d'aval, et il est égal au poids de la masse liquide contenue à chaque instant dans les aubages si elle marche à libre déviation.

» Dans le cas des *turbines parallèles*, on a :

» *Si la turbine est à libre déviation,*

$$(1) \qquad Z = \frac{1000\,Q}{g}(W_z - W'_z) + \Pi;$$

si elle est noyée,

$$(2) \qquad Z = \frac{1000\,Q}{g}(W_z - W'_z) - \varpi.$$

» Dans ces formules, Q est le débit en volume de la turbine, par seconde; Π est le poids du volume d'eau contenu à chaque instant dans la turbine; ϖ est le poids du volume d'eau déplacé dans le bief d'aval par la masse métallique des aubes et de la couronne de la turbine; W_z est la composante verticale de la vitesse relative d'entrée de l'eau dans la turbine; W'_z est la composante verticale de la vitesse relative de sortie.

» La différence $(W_z - W'_z)$ peut être remplacée par la différence $(V_z - V'_z)$ des composantes verticales des vitesses *absolues* d'entrée et de sortie, qui lui égale.

» Nous avons obtenu les deux formules qui précèdent en appliquant le théorème des quantités de mouvements projetées au mouvement relatif de l'eau dans la turbine.

» *Somme des efforts tangentiels moteurs exercés par l'eau sur une turbine parallèle.* — Développons le cylindre moyen de la turbine et faisons, dans le plan du développement, la somme des efforts tangentiels moteurs exercés par l'eau sur la turbine; soit X cette somme. Par application du théorème des moments des quantités de mouvement, nous sommes arrivés à la formule

$$(3) \qquad X = \frac{1000\,Q}{g}(W_x - W'_x) = \frac{1000\,Q}{g}(V_x - V'_x)$$

que la turbine soit noyée ou non.

» W_x et W'_x sont les composantes horizontales des vitesses relatives d'entrée et de sortie; V_x et V'_x sont celles des vitesses absolues aux mêmes points.

» *Effet dynamique de l'eau sur une turbine parallèle.* — Le premier terme

$$(4) \qquad \frac{1000\,Q}{g}(W_z - W'_z) = \frac{1000\,Q}{g}(V_z - V'_z)$$

du second membre des formules (1) et (2) représente la charge verticale *dynamique* exercée par l'eau, tandis que les seconds termes Π et $-\varpi$ représentent la charge verticale *statique*.

» D'autre part, d'après (3), la quantité

$$(5) \qquad \frac{1000\,Q}{g}(W_x - W'_x) = \frac{1000\,Q}{g}(V_x - V'_x)$$

est la somme des efforts tangentiels *dynamiques* exercés par l'eau.

» Donc, la résultante de (4) et de (5) est aussi la résultante des *effets dynamiques* de l'eau sur la turbine supposée développée, comme il a été dit plus haut.

» D'où ce théorème : *A un facteur constant près égal à la masse liquide* $\frac{1000\,Q}{g}$ *débitée par seconde, l'effet dynamique de l'eau sur une turbine parallèle est représenté en grandeur, direction et sens, par la résultante de la vitesse relative (ou absolue) d'entrée et d'une vitesse égale et contraire à la vitesse relative (ou absolue) de sortie.*

» On peut encore dire que : *L'effet dynamique est égal à la variation géométrique de quantité de mouvement que subit le volume d'eau débité par seconde, dans son passage à travers la turbine.*

» Comme on le voit, ce théorème fournit une détermination graphique très simple de l'effet dynamique. Il est tout indiqué d'effectuer cette détermination sur l'épure classique du tracé des aubes qui, ainsi complétée, donne tous les éléments du fonctionnement de la turbine. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la marche de la pluie à Athènes.* Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. Mascart.

« D'après les observations pluviométriques faites à l'observatoire d'Athènes pendant la période 1878-1894, la hauteur normale annuelle de la pluie est $405^{mm},9$ et le nombre des jours pluvieux 97,8.

» Ces chiffres ne sont évidemment pas très petits; à première vue, ils n'indiquent point la sécheresse bien connue du climat d'Athènes. Dans d'autres climats, qui ne sont pas considérés comme secs, la hauteur normale annuelle de la pluie n'est pas beaucoup plus grande. La hauteur moyenne de pluie de l'Europe centrale par exemple ne dépasse pas 500^{mm}.

» La sécheresse du climat d'Athènes ne provient donc pas de la hauteur normale de la pluie; elle est due à trois autres raisons, les suivantes :

» La première en est la variation considérable, à laquelle est soumise la

quantité annuelle de pluie. En effet, à Athènes, il y a des années où la hauteur de pluie dépasse considérablement sa valeur normale; mais, dans la plupart d'entre elles, elle lui est inférieure et quelquefois de beaucoup. Ainsi, en 1883, elle est arrivée à $846^{mm},5$, tandis qu'en 1891 elle a été seulement $206^{mm},2$; la différence de ces deux années $640^{mm},3$ dépasse la valeur normale annuelle. Le maximum ci-dessus est plus que le double de la valeur normale, tandis que le minimum en est presque la moitié.

» Des citations historiques indiquent d'ailleurs qu'il y a eu des années où la pluie a manqué presque absolument.

» La deuxième raison provient de la marche annuelle de la pluie. La pluie à Athènes présente une très grande irrégularité dans sa marche annuelle. Le mois le plus pluvieux est celui de novembre et le plus sec celui de juillet. Le premier a une hauteur de pluie de $75^{mm},5$, tandis que le second n'en a que $8^{mm},2$. En général les quatre mois chauds, juin, juillet, août et septembre, n'ont qu'une quantité de pluie insignifiante. Il n'est pas très rare d'ailleurs de voir deux ou même trois mois chauds consécutifs sans une goutte d'eau. En 1874, par exemple, depuis le 30 mai jusqu'au 18 septembre, soit pendant 111 jours, la hauteur de pluie a été $0^{mm},1$. En plus de cette année, il y en a 10 sur 36 dans lesquelles, pendant deux mois consécutifs d'été, la hauteur totale de pluie n'a pas dépassé $0^{mm},1$.

» Après la sécheresse de l'été, les pluies fréquentes commencent en octobre et finissent en mai.

» La troisième raison est due à l'intensité de la pluie. A Athènes, les pluies sont d'ordinaire fortes et de petite durée. Il est rare d'avoir une journée entière pluvieuse et beaucoup plus rare encore d'avoir une suite de jours pluvieux. D'ordinaire, après quelques heures de temps pluvieux, le ciel redevient serein. A cause de cette particularité du climat, l'eau de pluie descend très vite en torrents à la mer, sans grand profit pour le pays.

» La marche diurne de la pluie présente aussi une grande irrégularité. Ainsi, d'après les observations faites à 8^h a. m. 2^h et 9^h p. m., nous avons trouvé les valeurs normales suivantes :

8^h–2^h	$99^{mm},8$
2–9	184,9
9–8	134,2

» La quantité de pluie qui tombe dans la journée est plus que le double de celle de la nuit, et celle de l'après-midi presque le double de celle du

matin. En été et en hiver, il arrive souvent d'avoir beau temps le matin, de l'orage avec pluie dans l'après-midi et ciel clair la nuit; d'ailleurs, les orages en général sont plus fréquents le jour que la nuit et se produisent principalement dans l'après-midi. C'est de là que provient cette grande différence de pluie dans ces trois parties du jour.

» La grande oscillation de la quantité annuelle de la pluie à Athènes est due aux différents degrés d'humidité qu'apporte le courant équatorial, suivant le chemin qu'il a parcouru jusqu'à y arriver.

» Les vents dominants à Athènes sont ceux des régions du nord et du sud; mais la quantité annuelle de pluie ne dépend pas de la direction du vent qui domine. Avec les mêmes vents, on a tantôt de grandes et fréquentes pluies, tantôt de la sécheresse. Ainsi les années 1858, 1863, 1880, 1888, 1891 et 1892, pendant lesquelles ont dominé les vents du nord ont été sèches, tandis que les années 1881, 1883, 1885 et 1893, avec les mêmes vents, ont été pluvieuses. Aussi les années 1864, 1870, 1871, 1875, 1883 pendant lesquelles ont dominé les vents du sud ont été pluvieuses, tandis que les années 1867, 1869, 1873, 1876, 1878 et 1882 avec les mêmes vents ont été plus ou moins sèches.

» Les années sèches et pluvieuses se suivent avec quelque régularité. D'ordinaire, tous les sept ans en moyenne, il y en a une très pluvieuse, comme 1857, 1864, 1871, 1877, 1885, 1893. Les groupes des années sèches qui séparent les années pluvieuses ci-dessus ont d'ordinaire au milieu d'entre elles une dont la hauteur de pluie a environ la valeur normale; celle des autres est inférieure.

» La pression atmosphérique annuelle des années pluvieuses est inférieure à la normale, tandis que celle des années sèches lui est supérieure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le traitement de l'émeraude et la préparation de la glucine pure.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les procédés utilisés pour extraire la glucine de l'émeraude sont nombreux, mais, pour la plupart, assez délicats; ce minéral étant inattaquable par les acides et renfermant une forte proportion de silice. La présence de ce dernier corps compliquant toujours la séparation des oxydes métalliques, nous avons choisi de préférence un procédé permettant de l'éliminer dès le début du traitement à l'état de fluorure de silicium.

» Wöhler a employé souvent pour l'attaque des minéraux silicatés l'acide fluorhydrique produit en présence même du minéral pulvérisé par l'action de l'acide sulfurique sur le fluorure de calcium. De nombreux chimistes y ont substitué l'emploi des fluorhydrates de fluorure ou de fluorures alcalins.

» *Attaque de l'émeraude.* — 1° Lorsque l'on applique le procédé de Wöhler au traitement de l'émeraude, on constate qu'il est difficile d'obtenir une attaque complète, surtout en opérant avec des quantités un peu notables de matière. On remédie à cet inconvénient en fondant d'abord l'émeraude avec le fluorure de calcium. A cet effet, on chauffe au feu de coke dans un grand creuset de plombagine de 5^{kg} à 6^{kg} d'un mélange de 1 partie d'émeraude et 2 parties de fluorure de calcium. Lorsque la masse est fluide on la coule dans un baquet rempli d'eau : on obtient ainsi une matière poreuse facile à pulvériser. L'attaque par l'acide sulfurique est très vive et doit être faite à froid. Il est commode d'opérer dans une grande terrine en grès. Lorsque le dégagement de fluorure de silicium a cessé, on chauffe au bain de sable, jusqu'à apparition de fumées blanches abondantes d'acide sulfurique. On peut projeter alors par petites portions dans l'eau; les sulfates d'alumine, de glucine et de fer entrent en solution, et il se forme un dépôt blanc de sulfate de chaux. On décante ce liquide, on lave le précipité, et on concentre les solutions. L'excès d'acide est ensuite saturé partiellement par du carbonate de potasse, et on laisse refroidir : il se dépose en abondance de l'alun qui entraîne la majeure partie de l'alumine.

» Les eaux-mères séparées de l'alun sont saturées par l'ammoniaque et additionnées d'un excès de carbonate d'ammoniaque; on laisse en contact pendant plusieurs jours en agitant fréquemment. La solution filtrée abandonne à l'ébullition un carbonate impur de glucinium et d'ammonium sur la purification duquel nous allons revenir dans un instant.

» 2° L'emploi du four électrique nous a fourni un nouveau procédé rapide de traitement de l'émeraude. Ce minéral chauffé dans un tube de charbon fond facilement et ne tarde pas à entrer en ébullition; il se dégage des vapeurs abondantes constituées au début par de la silice presque pure qui se dépose en un feutrage épais à l'extrémité du tube. Lorsque, après l'expérience, on examine les dépôts se rapprochant de la partie chauffée, on constate que leur teneur en silice diminue tout en étant supérieure à la quantité renfermée normalement dans l'émeraude; par contre, la partie la plus fixe ne renferme guère que la moitié de la silice de l'émeraude, soit 30 pour 100 en moyenne. Si l'on opère dans un creuset et que l'on

arrête la chauffe lorsque le dégagement de silice, fort abondant au début, commence à se ralentir, il reste une matière fondue, renfermant toujours une petite quantité de chaux provenant du four et possédant la propriété de se pulvériser en refroidissant, à la façon du bichromate de potassium. Ce silicate, plus basique que l'émeraude, est directement attaquable par les acides. On peut, par exemple, le décomposer par l'acide fluorhydrique et l'acide sulfurique et obtenir une solution de sulfates que l'on traitera comme il a été indiqué plus haut.

» *Purification de la glucine.* — Le carbonate de glucinium et d'ammonium impur est redissous dans l'acide nitrique; la solution étendue est additionnée d'un peu de ferrocyanure de potassium qui précipite tout le fer.

» On filtre et l'on enlève l'excès de ferrocyanure au moyen du nitrate de cuivre, et le cuivre est enfin éliminé par un courant d'hydrogène sulfuré; on a ainsi une solution d'azotate de glucinium ne renfermant plus de fer. Il reste à séparer l'alumine qui a été entraînée dans la première dissolution dans le carbonate d'ammoniaque. Pour enlever ces dernières traces d'alumine, nous avons utilisé la propriété que possède l'alumine hydratée de se polymériser facilement, même à froid, et de devenir par ce fait beaucoup moins attaquable par les réactifs. Si on laisse séjourner le précipité d'hydrate obtenu en traitant le nitrate ou le sulfate d'alumine par l'ammoniaque, au sein même du liquide où il s'est formé, il perd l'aspect gélatineux en même temps qu'il se dissout beaucoup plus difficilement dans les acides. Il est alors complètement insoluble dans le carbonate d'ammoniaque.

» La glucine exempte de fer est précipitée de sa solution nitrique par l'ammoniaque; on laisse trois ou quatre jours en repos et l'on décante le liquide surnageant, on le remplace par une solution concentrée de carbonate d'ammoniaque, qui dissout lentement la glucine et laisse un léger dépôt blanc d'alumine.

» La solution filtrée est portée à l'ébullition et le précipité ainsi formé, lavé avec soin, est dissous dans l'acide nitrique pur; par évaporation de la liqueur et calcination, on obtient la glucine sous une forme dense et absolument pure. M. Deslandres a bien voulu en étudier le spectre et n'y a rencontré aucun autre métal (1). »

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un groupe d'eaux minérales renfermant de l'ammoniaque : eaux bitumineuses.* Note de M. F. PARMENTIER.

« Une eau est jugée comme impropre à la consommation quand elle renferme une certaine proportion d'ammoniaque. On la considère, avec raison, comme souillée par l'infiltration de produits de fermentation de matières organiques et par conséquent accompagnée de produits nocifs.

» Nous avons trouvé que toutes les eaux à goût bitumineux, captées aux environs de Clermont, renferment une certaine quantité d'ammoniaque. Ces eaux, en général, sont assez fortement minéralisées, riches en acide carbonique, mais ne renfermant d'autres matières organiques qu'une certaine proportion de bitume, difficile à apprécier autrement que par le goût ou l'odorat.

» Certaines de ces eaux sont exploitées pour l'exportation et elles ont acquis une certaine vogue à cause du bitume qu'elles contiennent. D'autres sont surtout consommées sur place et leur usage, malgré l'ammoniaque qu'elles renferment, n'a produit aucun effet fâcheux. On peut même dire que la substitution de ces eaux, données gratuitement ou livrées à un très bas prix, aux eaux de la ville, a amélioré l'état sanitaire de tout un quartier dans lequel la distribution de l'eau potable laisse à désirer.

» Voici l'analyse complète d'une de ces eaux, de la *source Grassion*, captée dans des calcaires bitumineux, au point de jonction des lignes Clermont-Nîmes et Clermont-Tulle.

Température	6°
Résidu minéral à 180°	4gr,500
Acide carbonique total	4,870
Acide chlorhydrique	0,075
Acide sulfurique	0,016
Silice	0,050
Chaux	0,330
Magnésie	0,155
Potasse	0,026
Soude	2,036
Lithine	0,001
Alumine	0,004
Ammoniaque	0,006
Fer	Pas de traces.

Arsenic	Pas de traces.
Nitrates	Id.
Matières bitumineuses	Reconnaissables au goût et à l'odorat, entraînées par la vapeur d'eau sans résidu appréciable.
Matières organiques	Point de traces.

» Frappé par la présence d'une aussi grande quantité d'ammoniaque dans cette eau, nous avons recherché ce corps dans d'autres sources bitumineuses des environs de Clermont et nous avons trouvé :

	Ammoniaque.
Source des Médecins	0,0010
Source de la Vallière	0,0002
Source du Puits artésien	0,0040

» La teneur en ammoniaque dans ces eaux paraît proportionnelle à leur richesse en bitume.

» L'eau la plus remarquable par sa teneur en ammoniaque est celle du *Puy de la Poix*, bien connue de tous les géologues, et dans laquelle, pas plus que dans les autres, l'ammoniaque n'a été signalée jusqu'ici.

» Quand nous avons fait nos recherches, l'eau de cette source ne contenait, après filtration, pour en enlever le bitume et le soufre insolubles, que $41^{gr},7$ de résidu fixe par litre. Des recherches antérieures ont donné une minéralisation bien plus forte.

» Nous avons trouvé dans cette eau, par litre :

Ammoniaque........................ $0^{gr},0454$

» Nous avons aussi recherché et trouvé l'ammoniaque dans les eaux d'infiltration des gisements bitumineux de Pont-du-Château et dans les eaux bitumineuses recueillies dans les différents sondages exécutés aux environs de Clermont et de Riom, en vue de découvrir des gisements pétrolifères.

» Dans toutes ces eaux, l'ammoniaque est nettement décelée par le réactif de Nessler. Nous l'avons dosée en faisant évaporer en plein air un volume déterminé d'eau en présence d'un léger excès d'acide sulfurique et recueillant, avec un appareil de Schlœsing, dans de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, les produits volatils déplacés par la magnésie. On pesait ensuite le chloroplatinate d'ammoniaque obtenu avec les produits de condensation, puis le platine laissé comme résidu de la calcination du chloroplatinate. Le poids de chloroplatinate a toujours été trouvé en léger excès sur le poids du platine. Peut-être ces eaux renferment-elles des alcalis volatils différents de l'ammoniaque. Nous nous proposons de vérifier ce point, qui jettera peut-être quelque jour nouveau sur l'origine des bitumes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dosage du tannin dans les vins.* Note de M. E. MANCEAU, présentée par M. Friedel.

« Nous avons entrepris, au cours de l'année 1893, des recherches sur les procédés usuels de dosage du tannin dans les vins. Quatre méthodes ont été étudiées :

» 1° Dosage par une solution titrée de gélatine ;

» 2° Dosage par le perchlorure de fer ;

» 3° Dosage par l'acétate de zinc ;

» 4° Enfin le procédé reposant sur l'emploi de cordes à boyaux proposé par M. Girard.

» L'analyse d'un même échantillon par ces quatre procédés nous a toujours fourni quatre chiffres différents ; bien plus, aucune des trois premières méthodes appliquée, à diverses reprises, à des échantillons identiques, n'a donné de résultats concordants.

» Des recherches ultérieures, encore inédites, nous ont montré que les chiffres obtenus par l'une quelconque de ces trois méthodes dépendaient : 1° de la dilution ; 2° de la température ; 3° de la proportion d'alcool, des acides, des sels. Nous pouvons même ajouter que nous ne connaissons aucun procédé de dosage, reposant sur la précipitation du tannin par une gélatine soluble ou un sel métallique, qui permette de retirer tout le tannin d'une dissolution. Nous reviendrons sur ces faits, dont nous avons précisé les causes.

» Seules, les peaux et membranes animales, telles que la corde à boyaux (méthode Girard), peuvent fixer tout le tannin d'une dissolution.

» La méthode de M. Girard serait donc seule exacte. Malheureusement elle exige de longues et minutieuses manipulations, elle perd toute précision pour le dosage de faibles quantités de tannin ; elle est, en particulier, inapplicable aux vins de Champagne, qui renferment, en moyenne, $0^{gr},020$ de tannin par litre.

» La méthode de dosage, vérifiée et appliquée depuis deux ans, que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie, repose sur l'emploi combiné de la corde à boyaux et du permanganate de potasse. Elle exige une préparation des cordes plus minutieuse que celle demandée par le procédé précédent, mais elle doit à l'emploi du permanganate une sensibilité extrême et son exécution facile la rend d'une pratique courante.

» Le mode opératoire est le suivant :

» Environ 100^{cc} de vin (s'il s'agit d'un vin pauvre en tannin, comme le vin de Champagne) sont placés dans un petit flacon bouché à l'émeri, avec 1^{gr} de cordes à boyaux. Après une semaine, à la température de 15° environ, on peut être certain que tout le tannin est fixé par la corde.

» On procède alors au titrage, à l'aide d'une solution de permanganate de potasse dont 1^{cc} correspond à $0^{mg},2$ de gallotannin pur, et en se servant d'une solution sulfurique d'indigotine comme indicateur.

» La différence des volumes de permanganate employés pour décolorer 25^{cc}, par exemple, du vin primitif et le même volume, soit 25^{cc}, du même vin privé de tannin, fait connaître le poids de gallotannin correspondant à 25^{cc} de vin.

» Pour préparer la corde à boyaux, on a soumis les cordes à violon, non huilées, du commerce, à des lavages prolongés avec l'eau alcoolisée, l'eau acidulée, l'eau pure, jusqu'à ce que la membrane ne cède à ces dissolvants aucune substance réduisant à froid le permanganate.

» Il est à remarquer que le chiffre fourni par notre méthode n'a pas la même signification que celui obtenu par la méthode Girard. Par ce dernier procédé on obtiendrait, en effet, le poids total des divers tannins du vin, tandis que nous évaluons le poids de gallotannin correspondant à ces œnotannins. C'est, en somme, un résultat analogue à celui qu'on obtient lorsque, saturant un vin par une liqueur alcaline titrée, on évalue l'acidité totale en acide sulfurique ou tartrique.

» Ce procédé de dosage nous a donné, pour les vins de Champagne, des chiffres variant, pour plusieurs centaines d'échantillons, de 8^{mg} à 50^{mg} de gallotannin par litre. Sa sensibilité nous a permis d'étudier, de préciser certaines des réactions peu connues jusqu'ici, qui se produisent lors du collage des vins.

» Bien qu'imaginé spécialement en vue des vins de Champagne, ce dosage est applicable, comme nous l'avons vérifié, à tous les vins blancs et rouges; si le vin est très tannisé, on l'étend, avec de l'eau, à un volume connu et on opère ensuite comme nous l'avons indiqué pour les vins de Champagne. De même, en employant des solutions de dilution convenable, le procédé peut servir à l'examen des tannins commerciaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlore sur l'alcool propylique normal.* Note de M. **André Brochet**, présentée par M. P. Schützenberger.

« MM. Spring et Tart (¹) en faisant réagir à chaud le chlore sur l'alcool propylique normal ont obtenu une aldéhyde dichlorée dont ils décrivirent simplement un polymère

$$[CH^3.CCl^2.COH]^n.$$

» Ils déterminèrent la constitution de ce composé par la formation en présence d'oxyde d'argent à 170° des acides carbonique, acétique et chlorhydrique. Ces auteurs ne firent aucune recherche, ni sur la série des réactions produites, ni sur les composés accompagnant l'aldéhyde, leur but ayant été simplement de préparer un chloral propylique analogue au chloral ordinaire et en opérant d'une façon identique.

» J'ai entrepris la chloruration de l'alcool propylique à froid en opérant comme je l'ai indiqué pour l'action du chlore sur l'alcool méthylique (²) et sur l'alcool isobutylique (³). Les réactions obtenues étant du même ordre que celles produites pour l'alcool isobutylique, je ne les développerai pas davantage. Finalement, le liquide chloré se sépare en deux couches; l'une (couche supérieure) étant formée d'eau, d'acide chlorhydrique, d'alcool inattaqué et d'aldéhyde chloropropionique, l'autre étant constituée uniquement d'oxyde de propyle dichloré, dissymétrique,

$$CH^3.CHCl.CHCl.O.CH^2.CH^2.CH^3.$$

» Ce liquide est excessivement mobile, incolore, il possède une odeur caractéristique très tenace et distille à 80° sous la pression de 15^{mm} et à 176° sous la pression de 762^{mm}. Sa densité est $D_4^{15} = 1,129$ et son indice de réfraction n_D à $16° = 1,447$.

» L'oxyde de propyle dichloré dissymétrique, traité par l'eau à l'ébullition, donne un mélange d'aldéhyde chloropropionique α et de propional

---

(¹) Spring et Tart, *Bull. Soc. Chim.*, 3e série, t. III, p. 402.
(²) Brochet, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 130.
(³) Brochet, *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1280.

dipropylique chloré d'après l'équation

$$2[CH^3.CHCl.CHCl.O.C^3H^7] + H^2O$$
$$= CH^3.CCl.COH + CH^3.CCl.CH(OC^3H^7)^2 + HCl.$$

» *Aldéhyde chloropropionique* α. — Les produits x.100 obtenus dans l'opération précédente étant fractionnés donnent un maximum important entre 85° et 90°. Le composé ainsi obtenu ($D_4^{15} = 1,236$, n_D à $16° = 1,441$) paraît être un mélange à point d'ébullition fixe plutôt que l'hydrate défini $C^3H^5ClO, 2H^2O$. L'analyse élémentaire correspond à $C^3H^5ClO + 1,85H^2O$. La déshydratation de ce produit est assez difficile : le carbonate de potassium, le sulfate de cuivre desséché, le chlorure de calcium, l'acétate de sodium fondu donnent de mauvais résultats, la distillation sur l'acide oxalique laisse toujours une certaine quantité d'eau. Pour arriver à l'aldéhyde complètement anhydre, j'ai dû employer l'acide sulfurique; les deux liquides étant mélangés à volumes égaux après avoir été refroidis à — 20°. L'aldéhyde formant la couche supérieure a dû être distillée rapidement pour la soustraire à un contact trop prolongé avec l'acide sulfurique entraîné mécaniquement. Une légère décomposition du produit fournit une certaine quantité d'acide chlorhydrique, lequel s'accumule dans les parties légères pendant les fractionnements nécessaires pour avoir l'aldéhyde pure; ainsi obtenue, c'est un liquide incolore très fluide, distillant à 86° sous la pression de 755^{mm} :

$$D_4^{15} = 1,182, \qquad n_D \text{ à } 17° = 1,431.$$

» L'odeur de cette aldéhyde rappelle celle du chloral et provoque le larmoiement (ses dérivés hydratés ont une odeur douce et agréable et une consistance oléagineuse).

» Les aldéhydes de la série grasse chlorées ou non manifestent en général une grande tendance à la polymérisation; au contraire, celle-ci ne donne pas de cristaux par contact avec l'acide sulfurique, ou après saturation par l'acide chlorhydrique. Cependant, ayant déterminé le poids moléculaire d'un échantillon préparé quelques jours auparavant et contenant un peu d'acide chlorhydrique, j'ai trouvé 128 au lieu de 92,5. J'espère donc pouvoir arriver à polymériser ce produit d'une façon régulière après un temps probablement très long.

» La constitution de l'aldéhyde chloropropionique obtenue dans les conditions précédentes était assez facile à prévoir. On connaît en effet déjà un des deux isomères possibles : l'aldéhyde β-chloropropionique qui diffère

sensiblement de celle-ci par ses propriétés physiques et chimiques; d'autre part, MM. Spring et Tart, par l'action du chlore (*loc. cit.*), et M. Étard ([1]), par l'action du brome sur l'alcool propylique, ont obtenu les aldéhydes bisubstituées α.

» J'ai cependant voulu vérifier à nouveau quelle était la position du chlore dans le produit que j'avais préparé. J'ai eu à cet effet recours à l'oxydation.

» Avec l'oxyde d'argent fraîchement précipité, l'action est immédiate et l'échauffement considérable, mais la quantité d'oxyde nécessaire (près de vingt fois le poids de l'aldéhyde) rend l'opération assez difficile; j'ai préféré employer le permanganate de potassium.

» En général, dans une oxydation au permanganate de potassium, le liquide devient peu à peu alcalin; dans le cas présent, il devient au contraire de plus en plus acide, et l'oxydation ne se fait que très lentement; elle est instantanée si l'on alcalinise la solution. Dans le liquide filtré, on peut aisément caractériser les acides carbonique, chlorhydrique et acétique. Cet essai montre donc que l'on est en présence de l'*aldéhyde α-chloropropionique*, laquelle est décomposée d'après l'équation suivante :

$$CH^3.CHCl.COH + O^3 = CH^3.CO^2H + HCl + CO^2.$$

» *Propional dipropylique chloré :* $CH^3.CHCl.CH(OC^3H^7)^2$. — Ce composé résulte de l'action de l'eau ou de l'alcool propylique sur l'oxyde de propyle dichloré; dans le premier cas, il renferme toujours de l'oxyde inattaqué et les nombres d'analyse trop faibles pour le carbone sont au contraire beaucoup trop forts pour le chlore. Il est donc nécessaire, avant de rectifier le produit, de le laisser en contact avec une solution alcaline étendue.

» C'est un liquide incolore, mobile, distillant à 203° sous la pression de 755^{mm}

$$D_4^{15} = 0,990, \qquad n_D \text{ à } 16° = 1,430.$$

» Ce composé est excessivement stable comme tous les acétals d'ailleurs; il constitue malheureusement un résidu assez abondant de la préparation de l'aldéhyde α-chloropropionique, que je me propose d'étudier ultérieurement d'une façon plus complète ([2]). »

([1]) A. Étard, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 753.

([2]) École de Physique et de Chimie industrielles.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'ozotoluène*. Note de M. **Adolphe Renard**, présentée par M. Grimaux.

« Le toluène pur, soumis à l'action de l'ozone, donne un produit explosif, l'ozotoluène, analogue à l'ozobenzène ([1]). Lorsqu'on opère avec du toluène pur du commerce, on obtient d'abord une masse noire goudronneuse, non explosive et acide. Pour obtenir du toluène pur, après avoir soumis le carbure à l'action de l'ozone pendant dix à douze heures et l'avoir séparé de la matière noire qui s'est formée, on le lave à la soude et on le rectifie. Soumis alors de nouveau à l'action de l'ozone, il donne de l'ozotoluène sous la forme d'une masse blanche, translucide, d'aspect gélatineux, qui, après évaporation du toluène en excès dans un courant d'air sec, devient blanche et opaque. Son mode de préparation est du reste identique à celui de la préparation de l'ozobenzène, mais à la condition d'opérer à une plus basse température, vers 0°, car dès + 8° ou + 10°, il commence à se décomposer.

» Préparé à 0°, il se présente sous la forme d'une masse blanche amorphe; la moindre trace d'humidité le décompose. Dans l'air sec, à la température ordinaire, il s'altère, devient poisseux et acide. Il détone par la chaleur ou le choc, mais moins facilement que l'ozobenzène. Mis en contact avec de la potasse concentrée, il décrépite vivement, mais ne produit pas d'explosion, comme l'ozobenzène, au contact de l'ammoniaque ou de l'acide sulfurique concentré. L'eau le décompose avec élévation de température; il se dégage un peu d'acide carbonique et la liqueur renferme de l'acide benzoïque et de l'acide formique. Cette formation d'acide benzoïque démontre bien que, dans l'ozotoluène, le noyau benzénique est resté intact. Les mêmes produits de sa décomposition prennent naissance lorsqu'on soumet le toluène pur à l'action de l'ozone en présence d'eau. Pour déterminer sa composition, j'ai suivi exactement la même méthode que celle indiquée pour l'analyse de l'ozobenzène et les nombres obtenus ont permis de lui attribuer très exactement la formule $C^7H^8O^6$, ce qui en fait l'homologue supérieur de l'ozobenzène $C^6H^6O^6$, dont il partage du reste toutes les propriétés.

» Avec le xylène pur (orthoxylène), on obtient également, par l'action

([1]) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1177.

de l'ozone à 0°, un produit blanc explosif en tout comparable à l'ozotoluène et à l'ozobenzène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de la nitration du menthone.* Note de M. **Konovaloff.**

« En continuant l'étude de l'action de l'acide nitrique sur les hydrocarbures ayant un caractère saturé, et sur leurs dérivés, j'ai fait des expériences sur la nitration du menthone $C^{10}H^{18}O$. J'ai trouvé que l'acide nitrique ($d_0 = 1075$) agit très facilement déjà à la température de 100° sur le menthone en tube scellé.

» J'ai séparé des produits de cette réaction un corps dont la composition, établie par l'analyse, est celle du nitromenthone $C^{10}H^{17}(AzO^2)O$.

Trouvé..........................	$C = 60,07$ °/₀,	$H = 8,83$ °/₀,	$Az = 7,03$ °/₀
Calculé pour la formule $C^{10}H^{17}AzO^3$..	$C = 60,30$ °/₀,	$H = 8,54$ °/₀,	$Az = 7,04$ °/₀

» Ce produit est un liquide légèrement jaunâtre dont l'odeur rappelle celle du menthone. A la pression de 15^{mm}, il distille, avec un peu de décomposition, entre 135° et 140°, $d_0 = 1,0856$, $d_{20} = 10591$. Il ne se dissout ni dans l'eau ni dans l'acide chlorhydrique concentré, ni dans le carbonate de soude; la solution de KHO concentrée n'en dissout à la température ordinaire qu'une très petite quantité.

» La solution alcoolique de C^2H^5ONa, au contraire, agit sur le nitromenthone très vivement avec échauffement; on obtient, dans cette réaction, un sel peu soluble dans l'excès du réactif. La solution aqueuse de ce sel ne réagit pas avec les acides carbonique et borique ni avec l'hydrogène sulfuré, tandis que l'acide sulfurique dilué le décompose en séparant un acide huileux coloré en vert par des oxydes nitreux; cet acide distille à la pression de 13^{mm}, entre 190° et 195°, avec une légère décomposition et correspond à la formule $C^{10}H^{19}AzO^4$; il n'est soluble ni dans l'eau froide, ni dans HCl concentré. Le carbonate de soude le dissout facilement. Il donne, avec la solution alcoolique de C^2H^5ONa, le même sel que le nitromenthone. L'analyse donne, pour ce sel desséché à la température de 110°, la composition $C^{10}H^{17}NaAzO^4$; sa solution aqueuse manifeste très bien ma réaction sur les nitroproduits primaires et secondaires ($FeCl^3$) et l'éther (ou benzine ou CS^2).

» Le nitromenthone se réduit en donnant un corps basique. Ces indica-

tions me font croire que la combinaison $C^{10}H^{17}AzO^2$ consiste surtout en nitromenthone tertiaire de la formule

$$
\begin{array}{c}
C^3H^7 \\
/ \\
C\,AzO^2 \\
CH^2 \diagup \quad \diagdown CO \\
| \qquad\quad | \\
CH^2 \diagdown \quad \diagup CH^2 \\
CH\,CH^3.
\end{array}
$$

» Ce nitromenthone est transformé par la solution de C^2H^5ONa en un sel de l'acide nitré

$$(CH^3)^2\,CH(AzO^2)\,CH^2.CH^2.CH^2.\underset{\displaystyle CH^3}{\overset{}{CH}}.CH^2.CO^2H\ (^1)$$

» En continuant l'étude du nitromenthone, premier nitrocétone non aromatique, et, en général, l'étude de l'action de l'acide nitrique sur les divers cétones, j'espère trouver la confirmation de mes suppositions. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation de la cellulose.* Note de M. V. **Omelianski**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les premiers résultats d'un travail exécuté sous la direction et dans le laboratoire de M. Winogradsky, à l'Institut de Médecine expérimentale, à Saint-Pétersbourg, dans le courant des deux dernières années.

» Le phénomène microbien que je me suis appliqué à étudier est certainement un des plus répandus dans la nature, mais ses agents actifs et ses caractères sont encore loin d'être suffisamment connus.

» Le *Bacillus amylobacter*, qu'on a considéré comme le ferment de la cellulose par excellence, n'est, à notre avis, qu'une *espèce collective*, et l'on a

---

(1) Cette transformation est tout à fait analogue à celle que Ad. Mayer et O. Monnassé ont décrite pour le binitrosomenthone (*Berichte der deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XXVII, p. 1912; 1894, et t. XXVIII, p. 1586; 1895).

réuni sous ce nom un grand nombre de ferments butyriques divers; aucun de ces ferments butyriques n'a montré, de plus, la propriété, assez prononcée, de décomposer la cellulose pure.

» Quant aux études chimiques de M. Popoff et de M. Hoppe-Seyler sur la fermentation forménique de la cellulose, ces auteurs n'ont expérimenté qu'avec un mélange de papier avec de la boue de cloaque, sans isoler ou étudier attentivement les microbes qui y pullulaient. Les caractères de cette fermentation qu'ils ont fait connaître, à savoir : formation d'acide carbonique et de gaz des marais à volumes égaux et absence d'autres produits fixes ou volatils, ne se rapportent donc qu'au phénomène brut, tel qu'il se passe dans certaines conditions naturelles.

» Nous nous sommes appliqué dès le début à isoler le microbe spécifique de cette fermentation. Les méthodes bactériologiques, ordinairement en usage, refusant leur service dans ce cas, nous avons employé le procédé de la *culture élective* dont s'est servi M. Winogradsky dans plusieurs de ses recherches.

» Nous avons composé un milieu très simple et très spécial, à savoir : une solution de phosphate de potasse, de sulfate de magnésie, de sulfate d'ammoniaque (ce sel comme source unique d'azote), additionnée de papier de Suède et de craie. En introduisant dans ce milieu une trace de limon de la Néva et en tenant les vases à l'abri de l'air, à 30°-35°, nous avons vu bientôt se déclarer une fermentation assez vive, à la suite de laquelle les bandes de papier devenaient jaunâtres, transparentes, d'apparence gélatineuse et finissaient par disparaître en ne laissant qu'un faible résidu. Il y avait en même temps dissolution de la craie ajoutée.

» La culture, méthodique et suivie, dans ces mêmes conditions, a donné les mêmes résultats pendant plusieurs générations, et l'on pouvait en conclure que ces conditions sont assez appropriées aux besoins du microbe spécifique de cette fermentation. Il faut ajouter pourtant qu'elle débutait parfois lentement et difficilement, surtout quand la semence était très faible. Nous avons réussi à écarter cette difficulté, sans trop modifier le milieu choisi, en ajoutant des doses minimes de gomme arabique.

» Il n'a pas été difficile de découvrir dans ces cultures le ferment cherché : tandis que le liquide en est presque exempt, on le trouve en masses presque pures sur le papier, surtout quand celui-ci est à un état de décomposition avancé. C'est un bacille extrêmement mince et ténu, à articles droits ou légèrement sinueux, longs de 6 à 7μ, larges de $0^\mu,2$ à $0^\mu,3$ seulement; il forme des spores très régulièrement rondes (diamètre 1μ) dans

des renflements terminaux, également ronds. L'aspect microscopique des masses de ce bacille avec spores, revêtant en couche très adhérente les fibres du papier, est très caractéristique; ce qui est très démonstratif de son action, c'est qu'on trouve toutes les transitions entre les fibres de papier encore saines, c'est-à-dire ayant conservé leur structure, et d'autres déjà gonflées et transparentes, jusqu'à des fibres dont rien qu'une traînée bacillaire retenue par une substance glaireuse n'indique la présence.

» Pour avoir le bacille à l'état pur, ce qui exige ici un travail long et soigneux, il est nécessaire de chauffer la semence à plusieurs reprises jusqu'à 90°, pendant vingt minutes, et de faire des cultures anaérobies sur pomme de terre cuite. Ces dernières ne réussissent qu'avec une semence épurée jusqu'à ce qu'elle ne contienne que très peu de germes étrangers. La croissance sur ce milieu est toujours très faible : les colonies qui s'y forment, après plusieurs jours, sont très petites, transparentes, de couleur jaunâtre, de consistance à demi liquide; elles ne présentent, en somme, rien de caractéristique.

» Dans une prochaine Communication nous nous occuperons des caractères physiologiques de ce nouveau ferment et du phénomène qu'il provoque. »

ZOOLOGIE. — *Anatomie de l'appareil digestif des Orthoptères de la famille des* Forficulidæ [1]. Note de M. **Bordas**, présentée par M. Ed. Perrier.

« L'anatomie de l'appareil digestif des *Orthoptères* n'a été faite que d'une façon très succincte par L. Dufour et relatée dans un Mémoire présentéà l'Académie des Sciences le 3 mars 1834 (voir les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. VII, 1841). L'auteur passe complètement sous silence la famille des *Forficulidæ*. Depuis cette époque, aucun zoologiste n'a fait, sur cette question, une étude d'ensemble.

» Les *Forficulidæ* (*Forficula auricularia, Anechura*, etc.) constituent, parmi les Orthoptères, la famille dont l'appareil digestif présente la plus grande simplicité. Cet organe est constitué par un tube presque rectiligne, traversant le corps de l'insecte suivant son axe et ne présentant, pendant son trajet, que trois renflements dans sa partie antérieure et une légère circonvolution vers son extrémité terminale. Nous sommes loin ici de l'ap-

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Ed. Perrier, au Muséum.

pareil si compliqué et si différentié que nous décrirons plus tard chez les *Locustidæ* et chez les *Gryllidæ*.

» Le *tube digestif* des *Forficulidæ* peut être divisé en *trois* parties, en rapport avec le développement embryogénique de cet organe. Ces parties sont : l'*intestin antérieur* et l'*intestin postérieur* d'origine ectodermique et l'*intestin moyen* d'origine mésodermique.

» I. Dans l'*intestin antérieur* on peut faire quatre divisions plus ou moins nettement séparées dans la famille que nous étudions actuellement, mais très caractéristiques et très distinctes chez les *Acridiidæ* et surtout chez les *Gryllidæ*. Ces divisions comprennent le *pharynx*, l'*œsophage*, le *jabot* et le *gésier*.

» Le *pharynx* est court, cylindrique ou légèrement aplati transversalement. Il commence à l'orifice buccal, de forme ovale, et se continue en arrière avec l'œsophage. Ses parois sont épaisses, musculaires et sa face interne présente de nombreuses stries longitudinales, peu profondes, parfois à peine indiquées et séparées par des bourrelets peu saillants, parallèles aux stries. Il repose, par sa face inférieure, sur une plaquette chitineuse et quadrangulaire.

» Le pharynx se prolonge jusqu'à 1^{mm} environ de la paroi postérieure céphalique et se continue par l'*œsophage*. La ligne de démarcation entre ces deux parties est peu nette. On observe pourtant en ce point un léger sillon circulaire, à la suite duquel se trouve un bourrelet de même forme continué par l'œsophage. Outre la séparation que nous venons de signaler, les deux organes se distinguent encore par leur structure. Les parois de l'œsophage sont minces, peu musculeuses et transparentes. Cet organe, qui se prolonge jusqu'au milieu du prothorax, comprend de 6 à 8 faisceaux de fibrilles disposées longitudinalement et une couche de fibres musculaires annulaires. Vers le milieu du premier segment thoracique, l'œsophage présente un léger coude vertical, à convexité dirigée vers le bas. C'est à partir de ce point que commence réellement le jabot.

» Le *jabot* est un organe volumineux, conique ou fusiforme, très extensible et occupant la presque totalité du thorax et les deux premiers segments abdominaux. Chez un grand nombre d'individus, il présente deux replis circulaires, l'un antérieur et l'autre postérieur, qui paraissent le diviser en trois loges. Ses parois sont minces et transparentes comme celles de l'œsophage et comprennent des faisceaux musculaires longitudinaux et circulaires. Chez la plupart des autres Orthoptères (*Locustidæ*, *Acridiidæ*, etc.), le jabot n'est qu'une énorme dilatation latérale de l'œsophage, tandis que chez les *Forficulidæ*, les deux organes, œsophage et jabot, semblent se continuer directement.

» Le *gésier* est, chez les Forficules, réduit à des proportions tout à fait rudimentaires. Ce n'est pas un organe ovoïde, volumineux et à parois très épaisses comme on le rencontre chez la plupart des Orthoptères, mais un segment presque sphérique dans sa partie médiane, évasé en avant et terminé en pointe conique dans l'intestin moyen. Sa partie antérieure, située dans le jabot, est munie de six languettes spatu-

liformes, recouvertes de soies chitineuses et limitant un orifice étoilé. Sa portion terminale comprend six courts appendices, à face interne concave et à bords munis de soies courtes et raides. Ces appendices, en s'accolant, ferment l'orifice qui fait communiquer l'intestin moyen avec le gésier. Ce dernier organe, vu sa structure, sert sans doute à broyer et à triturer les aliments.

» II. *L'intestin moyen* de la *Forficula auricularia* s'étend presque en ligne droite, sauf à sa partie terminale, depuis le deuxième segment abdominal jusqu'au quart postérieur du corps de l'insecte.

» C'est un tube cylindrique dans sa première portion, mais allant en diminuant progressivement de diamètre à mesure qu'il se rapproche de l'intestin terminal. Son extrémité antérieure, arrondie, ne présente aucun diverticule, aucune expansion rappelant les poches ventriculaires et les appendices latéraux si développés chez la plupart des Orthoptères.

» III. L'*intestin postérieur* ou *terminal* a un diamètre sensiblement inférieur à celui de la portion terminale de l'intestin moyen.

» Il est légèrement recourbé et présente des parois parcourues par six faisceaux musculaires longitudinaux. Après s'être légèrement rétréci, il se dilate progressivement en une poche, ovoïde ou fusiforme, constituant le *rectum*. Ce dernier est recouvert, à sa partie supérieure et sur ses faces latérales, par de gros faisceaux musculaires servant à faire mouvoir les deux branches de la pince. A la suite du rectum, vient un tube très court qui aboutit à l'orifice anal situé au-dessous de la ligne d'insertion des branches de la pince. Sur les parois du rectum, on observe six masses blanchâtres, ovoïdes et alternes, disposées en deux cercles et rappelant assez bien les *glandes rectales* des Sphégiens et des *Ichneumonidæ*.

» L'appareil digestif des autres espèces de la famille des *Forficulidæ* présente à peu près les mêmes dispositions anatomiques. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Essai d'application de la méthode expérimentale à l'histoire orogenique de l'Europe.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« En présence des conquêtes dont s'est enrichie l'orogénie générale dans ces dix dernières années, c'est-à-dire depuis l'apparition du magistral ouvrage de M. Ed. Suess, *das Antlitz der Erde* (Leipzig, 1885), il m'a semblé que le moment était venu de chercher, dans l'expérimentation synthétique, une sorte de sanction des conséquences tirées de la seule observation.

» Je me suis préoccupé surtout d'étudier la part qui revient dans la génération des grands reliefs terrestres à la composante tangentielle de la contraction du noyau infra-granitique, et j'espère qu'on me permettra de signaler, en quelques mots, les principaux résultats auxquels je suis parvenu.

» Ils peuvent d'ailleurs se résumer en disant que les grands traits orogéniques de l'Europe se présentent comme si la matière nucléaire, sous-jacente à l'écorce rocheuse, et qui l'a déformée, jouissait de propriétés tout à fait analogues à celles du caoutchouc qui, à la suite d'une extension, revient à ses dimensions initiales ([1]). C'est comme si, grâce à une sorte de viscosité propre, la matière interne de la terre avait été distendue par la force centrifuge sous l'influence de la rotation, et qu'en se contractant, par l'effet du refroidissement séculaire, elle fût rappelée de l'équateur vers le pôle.

» Il résulte de là que chaque fuseau du globe fluide infra-granitique peut être représenté par une bande de caoutchouc fixée à un bout, qui correspond au pôle et qui subirait une traction à l'autre extrémité, comparable à la zone équatoriale.

» Si, une pareille bande étant convenablement disposée, on la laisse progressivement revenir sur elle-même, on constate que pour un raccourcissement donné le chemin parcouru par ses différents points varie régulièrement et augmente du pôle à l'équateur. Il en résulte qu'en la recouvrant d'une couche de substance plastique non rétractile, celle-ci subit un entraînement vers le pôle qui varie de la même façon tout le long du méridien. Chaque point de ce méridien considéré à part, constitue comme un *buttoir* pour les portions situées plus au sud et cette circonstance se traduit par l'apparition de cassures, de soulèvements et de chevauchements qui se déclarent d'abord près du pôle, puis successivement sous des latitudes de moins en moins élevées.

» On ne peut qu'être frappé, à la vue de l'expérience, de la conformité de son résultat avec le fait mis actuellement en évidence de la situation relative des zones de soulèvement calédonienne, hercynienne, alpine et apennine de plus en plus méridionales à la fois et de moins en moins anciennes.

» Il me semble que, malgré la précision des travaux géologiques dès

---

([1]) C'est le point de vue auquel se sont placés successivement Alphonse Favre et B. de Chancourtois, mais ils n'ont point traité le sujet qui m'occupe.

maintenant accomplis, cette sorte de vérification expérimentale n'était pas inutile. Il importe d'ailleurs d'insister sur le contraste complet du résultat que j'ai obtenu avec celui que détermine le refoulement des masses plastiques par le dispositif imaginé d'abord par James Hall et que M. Willis a tout récemment employé sur une si vaste échelle.

» Je décrirai ailleurs mes appareils et leurs produits, mais je puis ajouter ici que, en variant les conditions dans lesquelles les cassures et les soulèvements sont obtenus, on arrive à imiter une foule de particularités orogéniques parfois difficiles à interpréter dans la nature.

» C'est ainsi qu'en opérant sur une plaque de matière plastique présentant des épaississements transversaux comme en procure à l'écorce terrestre l'injection des roches profondes, on détermine de part et d'autre de ces bourrelets une structure imbriquée comprenant des chevauchements du genre de ceux que les Préalpes et spécialement le Chablais manifestent d'une façon si claire.

» On voit aussi se dessiner les décollements amygdaloïdes caractéristiques de la tectonique des hautes Alpes, et beaucoup d'autres particularités dont l'origine sera certainement éclairée par l'étude des produits artificiels.

» Je ne me dissimule pas comment, à première vue, il peut sembler imprudent de comparer des résultats aussi minuscules aux gigantesques phénomènes dont la nature ne nous livre, d'ailleurs, les effets que modifiés profondément par des actions superposées et comme travestis par les érosions superficielles; mais les repousser, *a priori*, serait condamner du même coup la méthode synthétique qui, depuis les simples reproductions de minéraux jusqu'à l'imitation du système solaire dans l'appareil de Plateau, a procuré tant d'acquisitions précieuses à la science de la Terre. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Essais relatifs à la fabrication* directe *de l'alcool éthylique pur, par la fermentation de l'Asphodèle rameux et du Scille maritime, à l'aide des levures de vin cultivées et pures.* Note de MM. G. **Rivière** et **Bailhache**, présentée par M. Dehérain.

« Dans nos recherches antérieures sur le même sujet, nous avons démontré qu'en faisant fermenter des jus de Betteraves ou des moûts de graines de céréales à l'aide de levures de vin cultivées et pures, il était possible d'obtenir, sans rectification ultérieure, de l'alcool éthylique bon goût.

» Continuant nos travaux dans ce même ordre d'idées et appliquant à l'Asphodèle rameux (*Asphodelus ramosus* — Liliacées) et au Scille maritime (*Scilla maritima* — Liliacées) les procédés de défécation et de fermentation qui nous avaient donné des résultats si satisfaisants, nous avons pensé que nous obtiendrions *directement* des alcools exempts de ces goûts infects constatés par ceux qui, avant nous, s'étaient occupés de cette question si intéressante à divers points de vue.

» Les résultats ont confirmé nos prévisions.

» L'Asphodèle rameux croît en abondance en Algérie, à l'état spontané. Ce sont ses racines, de nature tubéreuse, qu'on a tenté d'utiliser à diverses reprises depuis la conquête, en vue de la fabrication de l'alcool et de la pâte à papier.

» Celles-ci, renfermant trop peu de liquide pour qu'il soit permis de l'extraire par une simple pression, nous les avons divisées en cossettes, que nous avons ensuite soumises à la diffusion dans l'eau chaude. Après épuisement, la liqueur fut portée à l'ébullition et additionnée de 2 pour 100 de chaux après refroidissement, puis abandonnée pendant quarante-huit heures.

» Il se produisit un précipité abondant, on filtra et l'excès de chaux fut précipité par l'acide sulfurique. Après la séparation du sulfate de chaux formé, la liqueur était limpide et légèrement ambrée.

» Les cossettes épuisées furent alors réduites à l'état de pulpe et additionnées de 2 pour 100 d'acide sulfurique. On porta à l'ébullition afin de saccharifier complètement tous les principes amylacés et, après filtration, on ajouta à la liqueur une quantité de chaux telle que, après saturation de l'acide sulfurique, celle-ci en contenait encore 2 pour 100 à l'état libre. Le tout fut abandonné à lui-même pendant quarante-huit heures.

» On filtra à nouveau et l'on satura, par une nouvelle quantité d'acide sulfurique, l'excès de chaux restée en solution. La liqueur séparée du sulfate de chaux fut alors réunie à celle obtenue par la première extraction.

» On introduisit ce moût dans de grands ballons munis de bouchons portant des tubes de verre à double courbure et garnis d'un tampon de coton à leur extrémité.

» Toutes les liqueurs furent stérilisées par deux ébullitions successives à deux jours d'intervalle, et, après refroidissement, ensemencées avec la même levure de vin blanc de Bourgogne, qui nous avait déjà servi dans nos essais antérieurs.

» La fermentation se déclara presque immédiatement dans nos ballons et elle était achevée au bout de quatre ou cinq jours. Après l'éclaircissement complet des liquides, on les soumit à la distillation et l'on obtint une liqueur marquant de 50° à 55° alcooliques.

» Ce qui distingue surtout cet alcool, c'est le bouquet agréable que

lui a communiqué la levure, dont nous avons fait usage dans nos expériences : bouquet d'ailleurs absolument identique à celui que nous avions déjà constaté dans nos alcools, ayant pour origine la Betterave à sucre ou les graines de céréales.

» Il ne reste, en effet, aucune trace de cette odeur infecte, qui caractérise l'alcool d'Asphodèle et qui, d'ailleurs, l'avait fait universellement rejeter.

» Nous avons suivi, pour le Scille maritime, la même méthode que nous avions employée pour l'Asphodèle.

» Après avoir rejeté les écailles extérieures qui étaient par trop sèches, nous avons découpé la partie centrale du bulbe en rondelles, que nous avons soumises à la diffusion dans l'eau chaude. La liqueur obtenue, qui était âcre et caustique, fut ensuite traitée comme de l'Asphodèle.

» Après épuisement la pulpe fut également soumise à la saccharification par l'acide sulfurique. Elle produisit, avec la cellulose très attaquable, une notable proportion de glucose. La liqueur obtenue fut ensuite traitée comme nous l'avons déjà indiqué relativement à l'Asphodèle, et enfin réunie à la première.

» Après avoir subi ce traitement, il n'est pas inutile de faire remarquer ici que les liqueurs avaient presque complètement perdu leur âcreté et leur causticité primitives.

» Ces moûts sucrés, stérilisés par l'ébullition, furent ensemencés avec de la levure de Bourgogne et ensuite distillés après l'achèvement complet de la fermentation. Nous obtînmes un alcool marquant 50° à 55°.

» Cet alcool rappelle, dans une certaine mesure, l'eau-de-vie de vin et présente le bouquet caractéristique de la levure employée.

» Nous devons dire cependant que nous lui avons reconnu moins de finesse qu'à celui provenant de l'Asphodèle.

» L'étude chimique vint d'ailleurs confirmer notre examen organoleptique. En effet, nous reconnûmes qu'il contenait une plus grande proportion d'aldéhyde que d'alcool d'Asphodèle, quoique, comme lui, il fût exempt de furfurol. Quant aux alcools supérieurs, on ne put en déceler que de faibles traces.

» De cette étude, on peut conclure qu'il est parfaitement possible, à l'heure actuelle, de reprendre, avec plus de chances de succès, les tentatives de fabrication de l'alcool de Scille et d'Asphodèle; car les procédés de défécation que nous avons indiqués, et l'emploi des levures cultivées et pures modifieraient complètement les produits obtenus.

» Ces deux plantes croissant en abondance, à l'état spontané, en Algérie

et en Tunisie, elles pourraient vraisemblablement motiver l'établissement d'une industrie nouvelle dans nos deux colonies. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la mise en culture des terres de bruyères de la Dordogne.* Note de M. **Raoul Bouilhac**, présentée par M. Dehérain.

« Les terres de bruyères de la Dordogne sont considérées comme impropres à toute culture. En raison de l'étendue qu'elles occupent et qui n'est pas inférieure à 98 000^{ha}, je me suis proposé de rechercher les moyens susceptibles d'être employés par les agriculteurs du pays pour leur mise en valeur.

» Ces terres sont formées par du sable, mais le sous-sol est argileux. Les quantités d'éléments fertilisants qu'on y trouve varient entre des limites très étroites. Des échantillons pris au château de Lafaye m'ont donné les résultats suivants :

	Sol.	Sous-sol.
	gr	gr
Azote	0,7	0,52 pour 1000^{gr}
Acide phosphorique	0,2	0,22 »
Potasse	0,6	1,8 »

» La chaux varie entre 1 et 4 millièmes environ. Le sol est acide et la quantité d'acide humique qu'il contient s'élève, dans le sable de Lafaye, à 1^{gr},8 par kilogramme. On voit que la stérilité de ces terres est due en partie à leur acidité, à leur pauvreté en acide phosphorique et peut-être aussi à l'absence de potasse dans le sol.

» On devra donc, en premier lieu, incorporer au sol des scories qui, outre l'acide phosphorique, y apporteront encore une partie de la chaux nécessaire à la neutralisation des acides.

» J'ai reconnu que, en incorporant au sol 2000^{kg} de scories, par hectare une quantité de chaux supplémentaire n'augmentait pas une récolte de vesce.

» Pour reconnaître si les engrais de potasse étaient nécessaires dans de pareils terrains, dont le sol est pauvre et le sous-sol riche en ces éléments fertilisants, j'ai cultivé comparativement deux carrés qui furent ensemencés en vesce. L'un ne reçut pas d'engrais de potasse, tandis que sur l'autre on répandit 2000^{kg} de cendres.

» Les résultats obtenus furent les suivants :

	Récolte en foin sec.
	kg
Carré sans engrais de potasse	3250
Carré avec engrais de potasse	3000

» Deux conclusions ayant même un caractère général se dégagent de cette expérience.

» I. Une analyse de terre ne saurait être complète sans l'analyse du sous-sol qui intervient d'une manière efficace dans la nutrition minérale de la plante.

» II. Les engrais de potasse sont inutiles sur un sol pauvre en potasse, quand le sous-sol en contient suffisamment.

» Dans de pareilles terres, une culture de légumineuse deviendra possible par le seul emploi des scories, si ces terres contiennent les bactéries fixatrices d'azote.

» Pour m'assurer qu'il en était ainsi, j'ai semé, le 3 août 1893, dans une terre de bruyère préalablement amendée avec des phosphates et de la chaux, des graines de vesce velue stérilisées par le passage dans la flamme. Le 25 septembre suivant, je constatais une absence complète de nodosités sur les racines des plantes qui atteignaient à cette époque une hauteur de $0^{m},12$.

» Cette expérience montre qu'il est nécessaire d'introduire dans ces terres les bactéries fixatrices d'azote, et qu'il convient de reprendre en France les travaux faits en Allemagne sur l'inoculation des terres en friche.

» Afin de reconnaître les effets qu'on peut attendre de l'inoculation, j'ai disposé les expériences suivantes :

» Le 18 septembre 1894, quatre carrés d'expériences furent ensemencés avec des graines de vesce non stérilisées.

» Le carré I fut choisi comme témoin.

» Le carré II fut inoculé avec 5000^{kg} d'une terre riche en bactéries, car cette terre venait de porter une magnifique récolte de vesce ayant donné $50\,000^{kg}$ de fourrage à l'hectare.

» Sur le carré III on répandit 2000^{kg} de scories.

» Sur le carré IV on répandit encore 2000^{kg} de scories, et en plus 5000^{kg} de la même terre qui avait servi à inoculer II.

» I et II donnèrent des récoltes nulles.

» Sur III et IV les plantes se développèrent parfaitement. Les récoltes obtenues furent égales ; elles atteignirent le chiffre de 3125^{kg} de foin sec à l'hectare, bien que ce foin se fût desséché outre mesure au moment de la fenaison.

» De ces cultures expérimentales se déduisent plusieurs observations.

» Le carré II montre que la présence des bactéries est insuffisante à assurer la croissance d'une légumineuse dans une terre de cette nature où la proportion d'acide phosphorique est très faible.

» Le carré III n'avait pas été inoculé, mais les graines qui avaient servi

à l'ensemencer n'avaient pas été stérilisées. Ces graines, je les avais obtenues moi-même, et au battage, qui eut lieu au fléau, elles s'étaient trouvées mêlées à des poussières de terre. Elles ont apporté les bactéries, et ces bactéries ont dû trouver un milieu favorable à leur développement, par suite de la grande quantité de phosphates introduits dans la terre. L'effet de l'inoculation a disparu.

» L'acide phosphorique favorise donc, au plus haut point, le développement et la puissance des bactéries fixatrices d'azote, observation que publiait récemment le professeur Wagner, en constatant que 100^{kg} d'acide phosphorique répandus sur une terre avaient permis aux bactéries de fixer sur une culture de légumineuse 400^{kg} d'azote atmosphérique.

» Quoi qu'il en soit, on voit que les terres de bruyères peuvent être transformées en prairies de valeur.

» Je tiens à remercier ici M. Georges Sorbier qui, avec une extrême obligeance, a mis à ma disposition des terres de bruyères, et qui s'est chargé, en outre, de tous les travaux que nécessitaient les cultures. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Difformités congénitales expérimentales.* Note de MM. **Charrin** et **Gley**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Depuis plusieurs années, nous poursuivons des expériences dans le but d'étudier l'influence que peut avoir sur la descendance l'imprégnation de l'économie par des produits microbiens; tantôt, au cours de ces expériences, les deux générateurs reçoivent ces produits; tantôt on les injecte exclusivement soit à la mère, soit au père.

» Le plus souvent, come nous l'avons indiqué déjà [1], le résultat de ces injections de toxines, fréquemment suivies, chez les ascendants, de l'apparition de l'immunité, se traduit par la stérilité ou par l'avortement; dans d'autres cas, les rejetons naissent morts ou succombent dès les premiers jours; parfois ils survivent, plus ou moins vaccinés contre la bactérie qui a sécrété les principes introduits chez le mâle ou chez la femelle; parfois encore, dépourvus de tout état réfractaire, ils se développent normalement ou bien ils offrent, dans leur croissance, des retards, des lenteurs; leur taille demeure inférieure à la normale.

« Toutefois, jusqu'à ce jour, nous n'avions pas constaté de véritables malformations; nos observations, à cet égard, s'étaient bornées à recon-

---

[1] *Arch. de Physiol.*, 1893, 1894, 1895. — *Comptes rendus*, 29 juillet 1895.

naître que les os, principalement ceux des membres, chez les sujets qui n'avaient pas atteint les dimensions habituelles, possédaient des épiphyses énormes, disproportionnées au raccourcissement des diaphyses. Actuellement de nouveaux faits vont combler cette lacune.

» Du 10 septembre au 25 octobre 1894, on injecte tous les cinq jours, sous la peau de quatre lapins mâles, des doses progressives de toxines pyocyaniques, en commençant par un demi-centimètre cube pour s'élever jusqu'à 8.

» Le 7 janvier 1895, on place, dans la cage de chacun de ces mâles, deux femelles saines.

» Le 23 avril, une des femelles a donné naissance à cinq petits, dont trois ont succombé presque aussitôt; un de ces derniers avait une patte terminée par un renflement, les deux autres étaient normaux.

» La taille de ceux qui survivent ne présente rien de spécial (1); en revanche, les quatre oreilles sont rudimentaires; elles mesurent au maximum 2^{cm} de hauteur; leurs extrémités supérieures sont irrégulières, découpées par des échancrures plus ou moins profondes.

» Chez un de ces lapins, qui pèse $2^{kg},210$, la queue a une longueur de 2^{cm}; chez l'autre, dont le poids s'élève à $2^{kg},180$, cet appendice atteint seulement 1^{cm}.

» Mais, le fait, à coup sûr, le plus intéressant, c'est qu'une même difformité porte sur un des membres postérieurs de chaque animal; le droit pour le premier, le gauche pour le second. Ces membres sont beaucoup plus courts que l'opposé qui est d'ailleurs parfaitement constitué; le raccourcissement est de 4^{cm}; le pied, l'avant-pied font à peu près complètement défaut; à la jambe, fait suite une sorte de moignon muni d'un squelette rudimentaire, recouvert de parties molles légèrement ulcérées (2).

» Il est clair que la dissection de ces membres pourra faire connaître de nouveaux détails; l'examen des viscères, l'étude histologique du système nerveux, révéleraient peut-être aussi quelques autres anomalies; plus tard nous procéderons à ces examens.

» Aux malformations que nous venons de signaler on peut, par la simple inspection, ajouter la torsion des os, surtout chez un de ces animaux, la femelle, au niveau des membres antérieurs; d'autre part, chez cette

---

(1) Ces lapins ont été présentés vivants à l'Académie.

(2) Dans une autre portée, des différences semblables ont existé pour deux lapins sur six; on avait cru à un accident. Les animaux présentés ont été observés avec soin dès leur naissance.

femelle, la poussée des poils, dans la région des cuisses, est loin d'être uniforme; enfin l'ouverture externe du vagin est oblique.

» Quelles que soient les découvertes ultérieures, ce que nous savons maintenant suffit pour affirmer que l'imprégnation des ascendants par un virus est susceptible de causer, chez les descendants, des difformités plus ou moins marquées.

» Ces résultats justifient l'opinion de ceux qui pensent que les maladies des parents, en particulier la syphilis dans l'espèce humaine, peuvent amener l'apparition, chez les enfants, de malformations variées.

» Ces malformations ne sont pas les uniques conséquences de ces antécédents pathologiques : la stérilité, l'avortement, la transmission du mal, parfois, spécialement en matière d'affections vénériennes, l'immunité, le nanisme, des troubles divers de la nutrition, etc., peuvent aussi figurer parmi ces conséquences (1).

» En se reportant à l'ensemble de nos recherches sur ce sujet, on verra que nous avons été assez heureux pour reproduire expérimentalement le type de chacun de ces phénomènes.

» La réalisation de ces différentes anomalies, en dehors de toute complexité, sans avoir eu à compter avec les difficultés de l'observation clinique, autorise à proclamer le bien fondé de ces opinions qui attribuent aux tares morbides des générateurs, aux imprégnations virulentes de ces générateurs, une série de désordres, de modifications constatées chez les engendrés.

» Ces recherches vont plus loin; elles établissent le rôle respectif de chacun des ascendants.

» Ce qui est ici également, croyons-nous, particulièrement intéressant, c'est la réalisation, sous l'influence de causes chimiques, de malformations analogues à celles qu'on détermine par des agents physiques. »

M. Corneau adresse une Note relative au mode d'incubation et d'éclosion des œufs de Vipère.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

---

(1) Ces troubles sont absolument exceptionnels, quand le mâle seul a été modifié; pour les obtenir, dans ce cas, il faut, en général, des expériences innombrables.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 octobre 1895.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. A. Tisserand, Directeur de l'Observatoire. *Mémoires*. Tome XXI. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Tisserand.)

Sur l'origine du monde. Théories cosmogoniques des anciens et des modernes, par M. H. Faye, de l'Institut. 3e édition, Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Atlas des isanomales et des variations séculaires du magnétisme terrestre, par le lieutenant-général Alexis de Tillo, Correspondant de l'Institut de France, Président de la Section de Mathématiques de la Société impériale russe de Géographie. Saint-Pétersbourg, 1895; gr. in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Septembre 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Octobre 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Balistique extérieure, par M. Vallier. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Bertrand.)

Ministère des Travaux publics. Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction. Première session. Tomes I, II, III, IV. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 4 vol. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Appendice à la Notice sur les travaux scientifiques de M. Lannelongue, professeur de Pathologie chirurgicale à la Faculté de Médecine, chirurgien de l'hôpital Trousseau, etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; gr. in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1894, *pour Genève et le Grand Saint-Bernard*, par M. A. Kammermann, astronome. Genève.

Relazione sopra un parafulmine sistema Melsens collocato sulla casa dei

signori Alonzo e Consoli di Catania, prof. EUGENIO CANESTRINI. Padova, 1895; 1 br. in-8°.

Observatoire de Rio de Janeiro. Méthode graphique pour la détermination des heures approchées des éclipses du Soleil et des occultations, par M. CRULS, directeur de l'observatoire. Rio de Janeiro, Lombaerts et Cie, 1894; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 28 octobre 1895.)

Note de M. *Rossard,* Observations de la comète Wolf :

Page 595, ligne 14, en ascension droite, *au lieu de* + 0. 15^s, 15, *lisez* + 0. 5^s, 15.

Note de M. *Lebeau,* Sur l'analyse de l'émeraude :

Page 603, ligne 20, *au lieu de* glucose, *lisez* glucine.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 NOVEMBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Félix Guyon** fait hommage à l'Académie du Tome II de la troisième édition de ses « Leçons cliniques sur les maladies des voies urinaires ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Delauney** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Comparaison des races française, anglaise et allemande à l'aide des Tables de mortalité ».

(Renvoi au Concours du prix de Statistique.)

M. F. **Delmas** soumet au jugement de l'Académie une Note relative au poids de l'atmosphère.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Becquerel.)

M. **Moret de Montjou** adresse une Note intitulée : « De la formation des réflecteurs et des réfracteurs courbes à l'aide de miroirs plans et de surfaces planes transparentes ».

(Renvoi à l'examen de MM. Fizeau et Cornu.)

M. **Leroux** adresse de Tenès (Algérie) une Note sur la défense de la vigne contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MM. **G. Nivière** et **A. Hubert** soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Contribution à l'étude des ferments ».

(Commissaires : MM. Duclaux, Gautier.)

M. **José Ruiz-Castizo** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Le planimètre cartésien à évaluation tangentielle. Nouvel intégrateur mécanique de grande précision. »

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Marcel Deprez.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° L'Album de Statistique graphique de 1894, publié par le Ministère des Travaux publics (présenté par M. Haton de la Goupillière);
2° Un Ouvrage ayant pour titre : « Herpétologie d'Angola et du Congo, par M. *Barboza du Bocage* (présenté par M. Milne-Edwards);
3° Une flore de l'île de la Réunion, par M. *Jacob de Cordemoy* (présenté par M. Milne-Edwards);
4° Le 7e Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun (présenté par M. Gaudry);
5° Une Notice sur la structure de la région de Castellane, par M. *Zurcher* (présenté par M. Daubrée).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème relatif à la détermination des intégrales d'une équation aux dérivées partielles.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Appell.

« Quand on se propose de déterminer une intégrale d'une équation du second ordre

$$(1) \qquad F(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0,$$

passant par deux courbes données quelconques C, C′, ayant en commun un point O, et représentée dans le voisinage de ce point par une équation

$$z = \Phi(x, y),$$

où $\Phi(x, y)$ est une série entière convergente, on est conduit, pour calculer les valeurs des dérivées successives au point O, à des systèmes d'équations linéaires qui déterminent *en général* sans ambiguïté toutes ces dérivées. L'examen de la convergence des développements ainsi obtenus exige des discussions assez délicates que je n'ai pas encore terminées. Je me propose seulement de signaler dans cette Note quelques résultats curieux relatifs à la discussion des équations linéaires qui déterminent les coefficients.

» Imaginons que nous ayons pris le point O pour origine et pour plan des xy le plan des deux tangentes aux deux courbes données. Ce plan est évidemment tangent à la surface cherchée, de sorte que l'on a, pour l'origine, $p = 0$, $q = 0$. Pour calculer les dérivées suivantes, nous emploierons les lettres d et δ pour désigner les différentielles de x, y, z, prises le long des courbes C et C′ respectivement. Alors les dérivées secondes r, s, t doivent vérifier l'équation (1) et les deux relations

$$(3) \qquad \begin{cases} d^2 z = p\, d^2 x + q\, d^2 y + r\, dx^2 + 2s\, dx\, dy + t\, dy^2, \\ \delta^2 z = p\, \delta^2 x + q\, \delta^2 y + r\, \delta x^2 + 2s\, \delta x\, \delta y + t\, \delta y^2; \end{cases}$$

d'une manière générale, les dérivées d'ordre n sont déterminées en fonction des précédentes par un système de $(n+1)$ équations linéaires, dont les $(n-1)$ premières s'obtiennent en différentiant $(n-2)$ fois l'équation proposée, et dont les deux dernières expriment que la surface cherchée a un contact d'ordre n avec chacune des deux courbes C, C′. Le déterminant

des coefficients des inconnues dans ces $(n+1)$ équations est

$$\Delta = \begin{vmatrix} dx^n & n\,dx^{n-1}\,dy & \frac{n(n-1)}{2}\,dx^{n-2}\,dy^2 & \dots & \dots & dy^n \\ \delta x^n & n\,\delta x^{n-1}\,\delta y & \frac{n(n-1)}{2}\,\delta x^{n-2}\,\delta y^2 & \dots & \dots & \delta y^n \\ R & S & T & \dots & \dots & 0 \\ 0 & R & S & \dots & T & 0 \\ .. & .. & .. & \dots & .. & .. \\ 0 & 0 & 0 & R & S & T \end{vmatrix},$$

en posant

$$R = \frac{\partial F}{\partial r}, \qquad S = \frac{\partial F}{\partial s}, \qquad T = \frac{\partial F}{\partial t}.$$

» L'expression de ce déterminant se simplifie avec un choix particulier d'axes de coordonnées; les valeurs de r, s, t étant obtenues au moyen des équations (1) et (3), les coefficients angulaires des tangentes aux deux caractéristiques issues du point O sont racines de l'équation

$$Rm^2 - Sm + T = 0;$$

si l'on a pris pour axes de coordonnées ces deux tangentes elles-mêmes, on aura, pour les valeurs initiales de x, y, z, p, q,

$$R = 0, \qquad T = 0,$$

de sorte que le déterminant Δ se réduit ici à

$$S^{n-1}\left[(dx\,\delta y)^n - (\delta x\,dy)^n\right].$$

» Laissons de côté le cas où S serait nul et où par conséquent l'équation qui donne les caractéristiques serait indéterminée, on voit que le déterminant Δ ne pourra être nul que si le rapport $\frac{dy}{dx} : \frac{\delta y}{\delta x}$ est une racine de l'unité. En revenant à des axes de coordonnées quelconques, on arrive donc à la conclusion suivante : *Pour que les équations linéaires qui déterminent les valeurs des dérivées successives au point* O *soient incompatibles ou indéterminées, il faut que le rapport anharmonique des tangentes aux deux courbes* C, C', *et des tangentes aux deux caractéristiques issues du point* O, *soit une racine de l'unité.*

» Lorsque les deux courbes C, C' sont réelles, on arrive à des résultats tout différents, suivant que les caractéristiques de l'équation (1) sont

réelles ou imaginaires. Dans le premier cas, le rapport anharmonique précédent, étant réel, ne pourra être racine de l'unité que s'il est égal à — 1, puisqu'on suppose que les deux courbes C, C′ ne sont pas tangentes au point O; donc, *il ne peut y avoir indétermination que si les tangentes aux deux courbes données sont conjuguées harmoniques par rapport aux tangentes aux caractéristiques.*

» Il en est tout autrement lorsque les caractéristiques sont imaginaires. Supposons, par exemple, que les tangentes aux caractéristiques soient les droites isotropes. Alors, d'après la définition de l'angle due à Laguerre, la condition énoncée plus haut est équivalente à celle-ci : *pour qu'il y ait incompatibilité ou indétermination, l'angle des tangentes aux deux courbes* C, C′ *doit être commensurable avec* π. Il est facile de le vérifier sur des exemples. Ainsi l'équation de Laplace

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = 0$$

admet une infinité d'intégrales se réduisant à zéro pour $y = 0$ et pour $y = x \operatorname{tang} V$, lorsque l'angle V est commensurable avec π. En posant

$$P + iQ = (x + iy)^n,$$

le polynome Q satisfait à cette condition, pourvu que nV soit un multiple de π. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les variétés unicursales à deux dimensions.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Prenons une substitution Cremona

$$s = |x_i \quad \varphi_i| \qquad (i = 1, 2, 3),$$

où les x_i sont des coordonnées homogènes et les φ_i des formes ternaires en x_i de même degré. Soit ω un point « fondamental », c'est-à-dire un point fixe de la courbe générale Γ_c du réseau

$$\sum_i c_i \varphi_i = 0, \qquad c_i = \text{const. arbitr.};$$

les deux propositions suivantes sont connues depuis longtemps :

» I. *Lorsque* ω *est un point* μ^{uple} *de* Γ_c, *sans autre particularité, s fait cor-*

respondre à ω non un point unique, mais une « courbe fondamentale » unicursale de degré μ.

» II. *Lorsque ω est un point σ^{uple}, sans autre particularité, pour une courbe algébrique* A, *le degré de la courbe image de* A *s'abaisse de μσ unités.*

» Que deviennent ces énoncés quand on ne fait aucune hypothèse spéciale sur les allures de Γ_c et de A au point ω? La question ne paraît pas encore avoir été examinée. J'en donne ici la solution, en généralisant un peu le problème.

» Prenons dans un espace E_r, à r dimensions, des coordonnées homogènes ξ_j $(j = 0, 1, \ldots, r)$, et dans un plan e les coordonnées ordinaires x et y. Les équations

$$\rho\xi_j = f_j(x, y)$$

$$(\rho = \text{facteur de proportionnalité}; \qquad f_j = \text{polynome})$$

définissent les coordonnées du point ξ, *image* du point ζ, (x, y). Quand ζ parcourt e, son image parcourt dans E_r une variété unicursale à deux dimensions Ξ. L'image $\overline{A}$ d'une courbe algébrique A de e est une variété à une dimension (courbe), située sur Ξ. Pour A algébrique, le degré de $\overline{A}$ est le nombre de points où elle perce l'hyperplan

$$\sum_j b_j \xi_j = 0, \qquad b_j = \text{const. arbitr.}$$

» Traitons les deux problèmes suivants :

» 1° Quelle est l'image d'un point ω (par exemple l'origine $x = y = 0$), où les $r + 1$ polynomes f_j s'évanouissent, ou « fondamental »?

» 2° Quel est l'abaissement du degré pour $\overline{A}$, lorsque A passe par le fondamental ω?

» La courbe générale Γ_c du système

$$(0) \qquad \sum_j c_j f_j(x, y) = 0$$

passe par ω et y comporte divers cycles (au sens d'Halphen), tels que C, dont l'équation est

$$y = \theta\left(x^{\frac{1}{n}}\right),$$

n étant l'ordre de C et $\theta(u)$ un développement holomorphe par rapport à l'argument u.

» Nommons :

terme caractéristique le premier terme de θ dont le coefficient soit variable avec les c_j;

coefficient et *exposant caractéristiques* le coefficient et l'exposant de x dans le terme caractéristique;

tronçon l'ensemble des termes de θ qui précèdent le caractéristique;

δ le nombre des déterminations du tronçon dans C;

Δ le nombre des déterminations du terme caractéristique qui correspondent à une quelconque des δ déterminations du tronçon;

q l'entier quotient de n par $\delta\Delta$.

» Les n déterminations de y dans C sont fournies par le Tableau

$$(1) \qquad \psi\left(x^{\frac{1}{\delta}} k^{\alpha}\right) + \mathrm{T}_c x^{\frac{s}{\delta\Delta}} k^{\frac{\alpha s}{\Delta}} l^{\beta} + \mathrm{P}_{\gamma}^{(c)}.$$

$\psi(u) =$ polynome en u; s et Δ premiers entre eux; k et l racines primitives $\delta^{\text{ième}}$ et $\Delta^{\text{ième}}$ respectivement de l'unité; $\alpha = 0, 1, \ldots, \delta - 1$; $\beta = 0, 1, \ldots, \Delta - 1$; $\gamma = 0, 1, \ldots, q - 1$, $\mathrm{P}_{\gamma}^{(c)}$ est ainsi l'ensemble des termes qui suivent le terme caractéristique $\mathrm{T}_c x^{\frac{s}{\delta\Delta}}$; enfin $\psi\left(x^{\frac{1}{\delta}}\right)$ est le tronçon.

» En effectuant au besoin sur les ξ_j une substitution linéaire homogène à coefficients arbitraires, on pourra admettre que chacune des courbes $f_j = 0$ est une courbe générale du système (0).

» Réunissons dans un même *mégacycle* $\mathfrak{M}$ les m cycles C_λ (de Γ_c ou de $f_j = 0$, peu importe), $\lambda = 0, 1, \ldots, m - 1$, qui ont même tronçon $\psi\left(x^{\frac{1}{\delta}}\right)$ et même exposant caractéristique $\frac{s}{\delta\Delta}$.

» Chaque mégacycle *fournit* une courbe *fondamentale* $\mathcal{G}$, représentée par les équations

$$\rho\xi_j = \mathrm{K}_j \prod_{\lambda} [\tau - \mathrm{T}_j^{(\lambda)\Delta}]^{q_\lambda},$$

$\mathrm{K}_j =$ const.; τ est une variable auxiliaire; $\mathrm{T}_j^{(\lambda)}$ est le coefficient caractéristique du cycle C_λ dans la courbe $f_j = 0$. $\mathcal{G}$ est ainsi une courbe unicursale et de degré $\mathrm{Q} = \sum_{\lambda} q_\lambda$.

» *L'image de* ω *est constituée par l'ensemble des courbes* $\mathcal{G}$ *fournies par les différents mégacycles* $\mathfrak{M}$. Lorsque le point ζ tend, sur le plan e, vers le fondamental ω en suivant un certain itinéraire, l'image ξ de ζ tend, sur Ξ, vers un certain point d'une certaine $\mathcal{G}$. Par exemple, si l'itinéraire

est

(2) $$y = \psi\left(x^{\frac{1}{\delta}}\right) + \mathrm{T}x^{\frac{s}{\delta\Delta}} + \ldots,$$

ξ tend vers un point de $\mathcal{G}$, dont la position ne dépend que de T.

» Telle est la réponse à la question 1°.

» Soit maintenant sur e une courbe algébrique A, qui comprend divers cycles a, issus de ω. L'abaissement du degré pour $\overline{\mathrm{A}}$ est la somme des abaissements partiels obtenus en associant chaque cycle a avec les différents mégacycles $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{M}'$, ... Chaque abaissement partiel est le produit du degré Q (de la fondamentale $\mathcal{G}$ fournie par $\mathfrak{M}$) par un entier R qui reste à calculer.

» Lorsque l'équation du cycle a de A *n'est pas* de la forme (2), alors

$$\mathrm{R} = \mathrm{R}_0\Delta,$$

le cycle a coupant en R_0 points, confondus avec ω, la courbe F

$$\prod_{\alpha}\left[y - \psi\left(x^{\frac{1}{\delta}}k^{\alpha}\right)\right] = 0.$$

$\alpha = 0, 1, \ldots, \delta - 1$; $k^{\delta} = 1$.

» Lorsque l'équation de a *est* de la forme (2), même si T est zéro, alors

$$\mathrm{R} = \mathrm{N}(s + \Delta\mathfrak{K}),$$

où $\mathrm{N}\delta$ est de l'ordre du cycle a, $\mathfrak{K}$ est l'abaissement produit pour la classe de la courbe F par la singularité du point ω sur cette courbe.

» Telle est la réponse à la question 2°. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires homogènes dont l'intégrale générale est uniforme.* Note de M. G. **Floquet**, présentée par M. Darboux.

« Je me propose ici, en utilisant les décompositions symboliques, d'étudier une expression générale des équations différentielles linéaires homogènes d'ordre m, dont les intégrales sont uniformes dans tout le plan des x, sans autre singularité essentielle que le point ∞.

» Soit

$$\mathrm{P}(y) = \frac{d^m y}{dx^m} + p_1\frac{d^{m-1}y}{dx^{m-1}} + \ldots + p_m y = 0$$

une équation de cette nature. Si l'on y fait la substitution $y = v_1 \int z\,dx$, v_1 étant une intégrale quelconque, puis que dans la transformée on pose $z = v_2 \int t\,dx$, v_2 en désignant une solution, et ainsi de suite, on arrive à une équation du premier ordre admettant l'intégrale méromorphe v_m. Quelles que soient les constantes d'intégration, les m fonctions

$$(1)\quad y_1 = v_1, \qquad y_2 = v_1 \int v_2\,dx, \qquad \ldots, \qquad y_m = v_1 \int v_2\,dx \ldots \int v_m\,dx$$

constituent alors un système fondamental, et l'on sait que la décomposition corrélative de $P(y)$ est

$$(2)\quad P(y) = \left(\frac{d}{dx} - A_m\right)\left(\frac{d}{dx} - A_{m-1}\right)\cdots\left(\frac{d}{dx} - A_2\right)\left(\frac{d}{dx} - A_1\right)y,$$

où l'on a

$$A_i = \frac{d}{dx}\,\mathrm{Log}\,(v_1 v_2 \ldots v_i) \qquad (i = 1, 2, 3, \ldots m).$$

Quels sont les caractères des coefficients A des facteurs?

» D'abord les A, étant les dérivées logarithmiques de fonctions méromorphes, sont eux-mêmes méromorphes, et en outre, leurs pôles sont tous des pôles simples, à résidus entiers. Si donc α désigne un pôle de l'un au moins de ces coefficients, on a, dans l'entourage de ce point,

$$A_i = \frac{a_i}{x - \alpha} + \varphi_i'(x) \qquad (i = 1, 2, 3, \ldots m),$$

a_i étant un nombre entier positif, nul ou négatif, et $\varphi_i'(x)$ désignant une fonction régulière au point α, que je regarderai comme la dérivée d'une fonction pareille $\varphi_i(x)$.

» Mais les coefficients A satisfont à d'autres conditions qu'il est facile d'obtenir.

» Observant que, dans le voisinage d'un de leurs pôles $x = \alpha$, on a

$$e^{\int (A_i - A_{i-1})\,dx} = C_i (x - \alpha)^{a_i - a_{i-1}}\, e^{\varphi_i(x) - \varphi_{i-1}(x)},$$

j'en conclus que l'exponentielle du premier membre est méromorphe dans tout le plan et appartient en α à l'exposant $a_i - a_{i-1}$, de sorte que ses pôles sont ceux des pôles des A, pour lesquels le résidu de A_i est moindre que celui de A_{i-1}.

» Cela posé, exprimons que chacune des intégrales fondamentales (1)

est méromorphe. Comme on a

$$v_1 = e^{\int A_1 dx}, \qquad v_i = e^{\int (A_i - A_{i-1}) dx},$$

qui sont précisément les exponentielles précédentes, on considérera, relativement à y_i, les fonctions successives

$$(3) \qquad \begin{cases} e^{\int (A_i - A_{i-1}) dx}, \quad e^{\int (A_{i-1} - A_{i-2}) dx} \int e^{\int (A_i - A_{i-1}) dx} dx, \\ e^{\int (A_2 - A_1) dx} \int e^{\int (A_3 - A_2) dx} dx \int \ldots \int e^{\int (A_i - A_{i-1}) dx} dx ; \end{cases}$$

on saura trouver, parmi les pôles des A, ceux qui sont pôles d'une ou de plusieurs d'entre elles, et il suffira d'écrire que les résidus correspondants sont nuls. En opérant ainsi sur $y_2, y_3, \ldots, y_m$, on obtiendra pour tout pôle des A un nombre de conditions qui peut varier de o à $\frac{m(m-1)}{2}$, et que je représenterai par

$$(4) \qquad \begin{cases} R_{i1} = 0, \quad R_{i2} = 0, \quad \ldots, \quad R_{i,i-1} = 0 \\ (i = 1, 2, 3, \ldots, m) \end{cases}$$

ces équations pouvant être satisfaites d'elles-mêmes en totalité ou en partie. Elles sont indépendantes des constantes d'intégration. En choisissant ces constantes de façon que, en un pôle α des A, les intégrales (3) appartiennent respectivement aux exposants

$$a_i - a_{i-1}, \quad a_i - a_{i-2} + 1, \quad \ldots, \quad a_i - a_1 + i - 2,$$

on voit que, pour $i = 1, 2, 3, \ldots, m$, aucune de ces quantités ne pourra être égale à -1. Les équations (4) établissent des relations algébriques entières entre les coefficients des séries $\varphi'(x)$. En particulier, si l'on désigne par $-n_i$ la différence $a_i - a_{i-1}$, la condition $R_{i1} = 0$ sera satisfaite d'elle-même lorsque n_i sera nul ou négatif; elle s'exprimera par

$$n_i \neq 1 \qquad \text{avec} \qquad \left(\frac{d^{n_i - 1}}{dx^{n_i - 1}} e^{\varphi_i(x) - \varphi_{i-1}(x)} \right)_{x=\alpha} = 0$$

lorsque n_i sera positif.

» D'après cela, si l'équation $P(y)$ est telle que l'intégrale générale soit méromorphe, elle peut se mettre sous la forme composée (2), où les coefficients A sont méromorphes, n'admettent que des pôles simples à résidus entiers et satisfont aux conditions (4).

» Réciproquement, toute expression (2), où les A possèdent ces pro-

priétés, donne une équation dont les intégrales sont uniformes avec le seul point singulier essentiel $x = \infty$. L'équation obtenue admet, en effet, les m solutions distinctes

$$(5)\quad \begin{cases} y_1 = e^{\int A_1\,dx}, \\ y_2 = e^{\int A_1\,dx}\int e^{\int (A_2 - A_1)\,dx}\,dx, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ y_m = e^{\int A_1\,dx}\int e^{\int (A_2 - A_1)\,dx}\,dx\int\ldots\int e^{\int (A_m - A_{m-1})\,dx}\,dx, \end{cases}$$

qui, sous les conditions imposées aux A, sont évidemment méromorphes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la construction de nouvelles Cartes magnétiques du Globe, entreprises sous la direction du Bureau des Longitudes.* Note de M. **de Bernardières** (¹), présentée par M. A. Cornu.

« L'étude du magnétisme terrestre, intimement liée à celle des phénomènes les plus intéressants de la Physique du Globe, a pris, depuis quelques années, un large essor en Europe et dans les États-Unis d'Amérique. De nombreux observatoires permanents et temporaires ont été créés et les déterminations magnétiques, poursuivies avec assiduité dans un assez grand nombre de contrées, ont permis de dresser des Cartes magnétiques régionales d'une exactitude souvent irréprochable.

» Ces travaux, qui n'embrassent que des espaces circonscrits disséminés à la surface du Globe, ne peuvent suffire toutefois à la construction de Cartes magnétiques générales; les cartes de ce genre, publiées depuis Duperrey jusqu'à ce jour (notamment, en Angleterre, par l'Amirauté, et récemment en Allemagne, en Autriche et en Russie), reposent principalement sur les observations recueillies par les navigateurs et sur des résultats de valeur scientifique très diverse. Un travail d'ensemble, répondant aux progrès incessants de la Science et aux perfectionnements nouveaux des instruments actuels, exige des observations nombreuses, convenablement réparties dans toutes les régions, effectuées à des époques aussi rapprochées que possible, avec des instruments semblables et des méthodes uniformes.

(¹) Secrétaire de la Commission des Cartes magnétiques du Bureau des Longitudes.

» La réalisation d'un programme aussi vaste incombait au Bureau des Longitudes qui s'est préoccupé avec une constante sollicitude de l'étude du magnétisme et a mis tous ses soins à faire enseigner aux officiers et aux voyageurs en instruction à l'observatoire de Montsouris, les méthodes les plus précises pour la détermination des forces magnétiques terrestres.

» Les officiers de marine, en raison de l'importance, chaque jour croissante, qu'ils attachent à l'étude de la boussole de bord devenue un véritable instrument scientifique, ont paru tout naturellement désignés pour exécuter, avec leur zèle et leur désintéressement accoutumés, cet important travail.

» Le Bureau des Longitudes a donc fait appel au Département de la Marine et a obtenu le concours le plus précieux de M. le Vice-Amiral Besnard, Ministre de la Marine, qui a mis à sa disposition des officiers et des marins ainsi qu'une notable partie des instruments d'observation. M. le Ministre des Colonies a bien voulu s'intéresser également à cette entreprise et a promis l'aide de son Département pour les observations à effectuer dans nos possessions d'outre-mer.

» C'est ainsi que sept missions, composées chacune d'un officier, Lieutenant de vaisseau ou Enseigne de vaisseau ou Ingénieur hydrographe, assisté d'un aide, ont pu être organisées, de façon à embrasser une surface considérable de la Terre dans un réseau d'observations simultanées.

» Ces missions ont été réparties ainsi qu'il suit :

Océan Atlantique	Côtes Ouest d'Afrique Côtes Est d'Amérique Antilles, etc.	M. Schwérer, Lieutenant de vaisseau;
Océan Pacifique	Côtes Ouest d'Amérique,	M. Blot, Enseigne de vaisseau;
Océan Pacifique	Océanie,	M. Monaque, Enseigne de vaisseau;
Océan Indien	Mer Rouge, Côtes Sud d'Asie Côtes orientales d'Afrique Madagascar et autres îles.	M. Paqué, Enseigne de vaisseau;
Mers de Chine et du Japon	Côtes d'Indo-Chine, de Chine et du Japon	M. Terrier, Enseigne de vaisseau;
Iles Madère, Canaries, Açores, Iles du Cap Vert, Sénégambie		M. de Vanssay, Sous-Ingénieur hydrographe;
Islande	Mer du Nord, Scandinavie Danemark-Écosse	M. Houette, Capitaine de frégate, commandant la station d'Islande; M. Morache, Lieutenant de vaisseau.

» Dès que le Bureau des Longitudes possèdera les instruments néces-

saires, une huitième mission sera dirigée sur Terre-Neuve et opérera, à son retour, dans le bassin de la Méditerranée.

» Les observateurs ont été munis des instruments les plus perfectionnés, tant pour la détermination de la valeur absolue des éléments magnétiques que pour la mesure des variations de ces éléments. Pendant le stage qu'ils ont fait, avant leur départ, à l'observatoire de Montsouris et à celui du Parc Saint-Maur, ils ont réglé leurs instruments et les ont soigneusement comparés à ceux de ce dernier établissement; ces opérations seront répétées dans tous les observatoires magnétiques qu'ils rencontreront sur leur route.

» Des instructions spéciales fixent l'itinéraire de chacune des missions, qui ont, en outre, reçu des instructions générales destinées à assurer l'uniformité des méthodes d'observations et de calculs indispensable pour le rapprochement et la coordination des résultats. Enfin, dans le but d'obtenir la direction des courbes magnétiques à travers les océans, le Département de la Marine a bien voulu faire installer des appareils spéciaux sur certains bâtiments appelés à effectuer des voyages de circumnavigation et prescrire des déterminations fréquentes et aussi précises que possible sur les navires qui ne possèdent que les instruments ordinaires de la navigation.

» Six missions sont en route; elles ont déjà communiqué les résultats de leurs premières observations et doivent poursuivre leurs travaux pendant une période d'environ deux années.

» La mission d'Islande, qui a quitté la France au commencement du printemps dernier, sur l'aviso-transport la *Manche,* vient d'effectuer son retour et rapporte une riche moisson de mesures qu'elle a recueillies à Cherbourg, en Écosse, aux îles Shetland, en Islande, en Norvège, où elle est remontée jusqu'à Bossekop et Hammerfest, en Danemark, et au cours de ses traversées dans la mer du Nord. Deux séries complètes d'observations de variations, d'une durée de huit jours chacune, ont été effectuées à Reykiawik dans l'observatoire construit par la *Manche*.

» La comparaison de ces valeurs de grande précision avec les résultats obtenus il y a soixante ans par les observateurs de la *Recherche* et, depuis cette époque, par les différentes expéditions qui se sont livrées à l'étude du magnétisme terrestre dans ces régions, présentera le plus vif intérêt.

» Le succès de la mission de MM. Houette et Morache fait bien augurer des travaux exécutés actuellement par nos autres observateurs dans les différentes parties du monde et est un sûr garant de la haute valeur scien-

tifique que présentera l'importante entreprise dont le plan vient d'être exposé. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Des effets de la révolution synodique de la Lune sur la distribution des pressions dans la saison d'été* (¹). Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Les trois mois lunaires étudiés ici vont du 5 juin au 3 juillet, du 4 juillet au 2 août et du 3 au 31 août 1883.

Moyennes mensuelles des pressions à $12^h 13^m$ *de Paris, sur la zone de* 10° *à* 30°, *par secteurs de* 10° (*action solaire*).

Points principaux de la courbe du deuxième mois.

Secteurs comptés de Greenwich et de l'ouest à l'est.	**1**	**5**	**8-9**	**10**	**14**	**19**	**21-22**	**25**	**31-32-33**	**26**
Longitude est médiane....	$12^h 20^m$	3^h	$5^h 20^m$	$6^h 20^m$	9^h	min. 20^m	2^h	$4^h 20^m$	9^h	$11^h 40^m$
Cotes barométriques (²)..	61,2	54,4	52,1	52,8	58,7	62,3	61,0	59,2	65,0	60,7

Plus grand écart : 13^{mm}.

Les courbes des deux autres mois ne diffèrent guère de celle-là qu'en ce que la cuvette entre les secteurs 3 et 14 a ses flancs un peu surchargés et son fond réduit aux secteurs 8-9.

» Plus étonnante encore que dans les deux saisons précédentes est la régularité des phénomènes atmosphériques de la zone tropicale. S'il n'y avait d'autre agent que le Soleil, ce ne serait que vers $5^h 30^m$ du soir et, subsidiairement, vers $4^h 30^m$ du matin, que les troubles se produiraient avec leur tendance à marcher vers le nord. Peut-être même, en raison de la constance des deux affaissements de la courbe annulaire et de la rapidité de son mouvement de rotation, les échanges d'air entre le sud et le nord s'effectueraient-ils sans autant d'agitation.

» Les tourbillons, ou embryons de tourbillons, qui se présentent au sud de la ceinture des calmes, y pénètrent généralement par l'affaissement de $5^h 30^m$ du soir. Le passage de la convexité de l'onde les amortit sans les

---

(¹) Voir *Comptes rendus* des 24 juin et 30 septembre 1895. Est continuée dans le même sens, sur les Cartes du *Signal Office*, l'étude de l'année météorologique 1883.

(²) En millimètres, chiffre 7 supprimé.

détruire. Ils attendent la concavité de $4^h 30^m$ du matin pour fournir une nouvelle étape vers le nord.

» *Courbe des moyennes de la zone par jour lunaire* (*secteur moyen*). — Les moyennes générales des premier, deuxième et troisième mois sont presque rigoureusement égales, $59^{mm},5$, $59^{mm},5$ et $59^{mm},7$. Il y a, du 12 juillet au 4 août, une légère oscillation, due uniquement à un effet solaire déjà constaté. Cet effet éliminé, on reconnaît que, sur le profil du secteur moyen, les écarts ne dépassent toujours pas $0^{mm},6$ à $0^{mm},8$.

Les maxima se présentent les jours : 1, 9, 15, 19, vers 25,
Les minima » : 5, 12, 17 ou 18, 23, 30.

» *Effets de la révolution synodique sur la distribution entre les secteurs.* — Ces effets sont environ le décuple de ceux produits sur le secteur moyen. Au cas présent, leur marche peut être résumée comme suit :

» Avant la nouvelle Lune, la chute barométrique s'est accentuée entre $9^h 30^m$ du matin et 3^h du soir; le minimum habituel de $4^h 30^m$ du matin s'est élargi vers l'ouest et arrive au plus tard à 1^h; le maximum de la nuit est à peu près effacé. Aussitôt après la syzygie, ce maximum reparaît et dépasse bientôt la normale; le minimum qui le suit rétrograde vers son heure; d'autre part, la cuvette du minimum de l'après-midi s'élargit notablement; le maximum du matin dépasse d'autant plus la normale que son méridien et celui de la syzygie se trouvent plus rapprochés [1].

» Les deux minima s'élargissent et s'approfondissent jusqu'au premier quartier. Au jour 6, le grand maximum est encore d'environ 3^{mm} au-dessus de la normale; il redescend jusque après la quadrature.

» A la pleine lune, ce maximum remonte à la normale. Celui de la nuit monte du jour 12 au jour 19 ou 20. Le minimum du matin s'abaisse un peu à la syzygie; celui de l'après-midi se relève et se rétrécit.

» Jour 22 : maximum du matin retardé jusqu'à $9^h 40^m$; élargissement notable vers l'est du minimum précédent. — 23 : maximum de la nuit avancé de 3^h ou 4^h; minimum de l'après-midi déplacé vers l'ouest et abaissé de 3^{mm} à 6^{mm}. — 24 : dérasement du maximum de la nuit avec comblement partiel du minimum voisin. — 26 et 27 : établissement entre les deux minima d'une communication, qui se maintient jusqu'au 29.

» *Exemples de la marche des dépressions.* — Le 30 juin, jour 26, après le

(1) C'est-à-dire qu'il est le plus fort au lieu de la syzygie.

passage de nombreux mouvements tourbillonnaires le long de la côte sud de l'Amérique centrale et du méridien 115° ouest, et à la suite du comblement du minimum barométrique du matin, l'entrée du goulet ouvert dans la ceinture des calmes est fermée. Elle se rouvre le lendemain. Les jours 29, 0 et 1 (3 à 5 juillet), une dépression progresse vers le nord, en passant successivement par le minimum de 4^h du soir, l'affaissement entre les deux minima, le minimum du matin, celui du soir et celui du matin. Le jour 1, à l'heure locale de $6^h 45^m$ du matin, elle est au 20e parallèle, 105° ouest et se dirige vers le 30e, 110° ouest.

» Le 4 août, jour 2, vers le parallèle 22° et la longitude est 153°, près du point où a eu lieu la syzygie, se manifeste définitivement une dépression qui s'annonçait depuis plusieurs jours. D'après les profils journaliers, elle ou les mouvements tourbillonnaires qui l'ont constituée sont, les jours 29, 1 et 2, passés par les concavités, déplacées ou allongées comme il est dit ci-dessus, aux heures locales 5^h matin et 5^h soir, $4^h 20^m$ matin et $4^h 30^m$ soir, 5^h matin et 5^h soir. L'un de ces mouvements est, semble-t-il, parti du voisinage de l'Amérique centrale; sa vitesse de propagation par les régions supérieures aurait été le $\frac{1}{6}$ de celle de l'onde. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la trempe des aciers extra-durs* (1).
Note de M. F. **Osmond**, présentée par M. Troost.

« Si l'on prend une barrette d'un acier carburé par cémentation dans laquelle la teneur en carbone varie d'une façon continue (soit de 1,70 à 0,35 pour 100) d'une extrémité à l'autre, qu'on lui fasse subir une trempe très énergique et qu'on essaye, avec une aiguille à coudre, de rayer un ecoupe polie, l'aiguille raye les régions les plus douces, comme on pouvait s'y attendre, jusqu'à la teneur de 0,70 pour 100 environ; puis la strie s'interrompt; mais, contrairement à toutes les idées reçues, elle réapparaît quand la teneur en carbone dépasse environ 1,30 pour 100.

» En examinant au microscope cette strie dans la région la plus carburée, on voit qu'elle n'est pas continue et présente de fréquentes interruptions. La région en question n'est donc pas homogène et contient au

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Troost, à la Sorbonne.

moins deux constituants que l'on peut désigner provisoirement par les lettres A et B.

» A, non rayé par l'aiguille à coudre, raye le verre et l'orthose; B est rayé par l'apatite, peut-être par le spath fluor.

» Un bon polissage plan permet de distinguer les deux constituants par une légère différence de coloration : B est d'un blanc d'argent; A possède une faible teinte grisâtre.

» Le polissage en bas-relief sur parchemin mouillé, imprégné d'un peu de rouge d'Angleterre, ne creuse pas sensiblement B, ce qui assigne à ce constituant une résistance à l'usure imprévue, eu égard à sa dureté minéralogique relative.

» L'attaque par la teinture d'iode ou par l'acide azotique étendu montre que la masse se divise en polyèdres peu cohérents, séparés ou non par des traces du carbure défini auquel on attribue la formule Fe^3C; en même temps, A et B prennent des colorations diverses, mais ordinairement homogènes pour le même constituant, dans les limites d'un même polyèdre. La structure devient ainsi très nette : le plus souvent, A se distribue en lamelles barbelées parallèlement à deux directions qui restent constantes pour chaque polyèdre; B forme le fond. Si l'on prolonge l'attaque, toute la section devient noire : les deux constituants sont carburés.

» Le constituant dur A est le même qui compose à peu près exclusivement l'acier trempé à 1 pour 100 de carbone. La proportion du constituant doux B augmente avec la teneur en carbone jusque vers 1,60 pour 100; au delà, le carbure Fe^3C (?) paraît s'isoler en quantités croissantes.

» Si l'on prend, pour continuer les recherches, un acier, non plus complexe, mais de la composition qui a été trouvée la plus convenable (soit, par exemple, 1,57 pour 100 de carbone), et qu'on lui fasse subir des trempes variées, on voit que, pour obtenir le maximum de B, on doit chauffer l'acier à 1000° au moins, sans qu'il paraisse utile de dépasser 1100°, et le refroidir le plus rapidement possible, dans l'eau glacée ou dans le mercure très froid. Sinon, le carbure Fe^3C s'isole encore et diminue d'autant la teneur réelle en carbone dans le reste de la masse. Dans les conditions les plus favorables, on peut avoir un mélange à parties égales (en chiffre rond) de A et de B.

» Un tel mélange est relativement peu magnétique. Un barreau donné, présenté par une de ses extrémités contre l'un des pôles d'un fort aimant horizontal, se porte avec peine verticalement, tandis qu'un barreau semblable du même métal, trempé vers 800° seulement dans l'eau à 15°, s'y

tient horizontalement. Le magnétisme résiduel a été mesuré par les soins obligeants de M. Violet, de la maison Carpentier, qui a trouvé pour l'intensité d'aimantation :

	2 jours après aimantation.	Aussitôt après aimantation.
Barreau trempé vers 1000° dans l'eau glacée.....	221	345
» 800° » à 15°......	814	966

» Comme on sait A magnétique et magnéti-polaire, on est conduit à soupçonner que B n'est pas magnétique.

» Le même mélange, à parties pratiquement égales de A et de B, ne se laisse pas limer et rompt sans plier, tant à cause de la présence du constituant A, dur et fragile, que du manque de cohésion entre les polyèdres; mais il se mate franchement quand on essaye de le broyer.

» Les propriétés de B, autant qu'on a pu les déterminer sur un mélange, tendent à rapprocher ce constituant des aciers à 25 pour 100 de nickel et à 12-13 pour 100 de manganèse, aciers qui ne présentent aucun point critique pendant le refroidissement lent et contiennent, par conséquent, le fer sous la forme allotropique naturellement stable au-dessus de 860° (fer γ).

» J'adresse tous mes remercîments à M. Grobot, directeur des usines d'Assailly, qui a spécialement préparé la plupart des échantillons utilisés au cours de ces recherches.

» Un fragment de plaque de blindage, cémenté par le système de M. Demenge (coulée de l'acier doux dans une lingotière à paroi carburante) et gracieusement fourni par l'inventeur, m'a aussi été très utile. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les siliciures de nickel et de cobalt.* Note de M. **Vigouroux**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une récente Communication, M. Moissan a fait connaître quelle était l'action du silicium sur le fer, le chrome et l'argent ([1]); je décrirai aujourd'hui le siliciure de nickel et celui de cobalt obtenus par les mêmes méthodes.

» *Préparation.* — Si l'on chauffe fortement au four à réverbère dans un courant

(1) Henri Moissan, *Action du silicium sur le fer, le chrome et l'argent* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 621).

d'hydrogène un mélange de silicium (10 pour 100) et de l'un de ces métaux, on constate que les fragments métalliques qui seraient restés séparés s'ils avaient été chauffés seuls, se sont soudés les uns aux autres de façon à constituer un bloc unique sillonné, dans toute sa longueur, de nombreuses stries qui sont dues incontestablement à un siliciure qui a cristallisé dans un excès de nickel. Le lingot est d'une dureté excessive, très difficile à casser, et possède une section nettement cristalline.

» L'expérience a montré que le meilleur moyen d'entraîner le métal en excès consiste à traiter, par l'acide azotique très étendu, le culot réduit en petits fragments. Toutefois, on obtient ainsi des cristaux rarement exempts de silice, le siliciure étant un peu attaqué par l'acide.

» On arrive aux mêmes résultats lorsqu'on chauffe le silicium et le métal à la forge Deville dans des creusets Doulton.

» En opérant avec un mélange de silicium (1 atome) et d'oxyde de nickel ou de cobalt (1 molécule), on n'obtient au four à réverbère que de médiocres résultats; la température est insuffisante, sans doute, car le même produit placé dans un creuset de porcelaine entouré d'un mélange de rutile et de charbon contenu dans un creuset Doulton et chauffé à la forge Deville, a donné une masse pulvérulente, composée de silice, d'oxyde métallique et de nombreux cristaux de siliciure disséminés dans la masse. Bien que l'on traitât cette dernière successivement par l'acide azotique étendu et l'acide fluorhydrique, on éliminait difficilement les impuretés, de sorte que les analyses des cristaux pouvaient être entachées d'erreurs.

» Les meilleurs résultats ont été obtenus au moyen du four électrique en chauffant dans un creuset de charbon 10 parties en poids de siliciure avec 90 parties de métal. Dans les premiers moments, la combinaison se produit, puis le métal en excès distille et se sépare du siliciure, qui reste à peu près pur. La chauffe dure d'autant plus que le mélange est en quantité plus grande, mais elle ne peut être prolongée trop longtemps, car il ne resterait finalement rien dans le creuset. Le culot ainsi obtenu est blanc grisâtre, très dur, très cassant. On nettoie sa surface, on le réduit en petits fragments qu'on traite par l'acide azotique très étendu, afin d'enlever le peu de métal libre qui peut rester. Le résidu, lavé et séché, est un siliciure correspondant à la formule $SiNi^2$, ou $SiCo^2$.

» *Propriétés*. — Le siliciure de nickel et celui de cobalt sont des corps d'aspect franchement métallique, de couleur gris d'acier, parfaitement cristallisés. La densité du siliciure de nickel est de 7,2 à 17°; celle du siliciure de cobalt paraît un peu plus faible; elle est de 7,1 à la même température. Ils sont plus facilement fusibles que le silicium ou le métal pur. Ils résistent aux plus fortes températures sans se décomposer.

» Le fluor les attaque avec incandescence dès la température ordinaire, avec dégagement de fumées blanches dues au fluorure de silicium formé; dans le chlore sec ils brûlent de même avec incandescence vers le rouge; le brome et l'iode agissent plus difficilement, l'oxygène les attaque au rouge, surtout s'ils sont parfaitement pulvérisés, et les transforme en une poudre

grisâtre résultant de leur oxydation ; chauffés fortement à l'air, ils subissent le même effet.

» L'acide fluorhydrique gazeux et sec, passant dans un tube de platine chauffé dans lequel se trouvent ces siliciures, les attaque au voisinage du rouge en donnant un gaz que l'on peut faire brûler à la sortie. L'acide chlorhydrique gazeux et sec agit lentement vers le rouge; il donne en même temps que du chlorure métallique des vapeurs qui, amenées dans la cuve à eau, abandonnent de la silice et de l'hydrogène. L'acide bromhydrique et l'acide iodhydrique gazeux et secs produisent un effet analogue.

» L'eau froide n'a pas d'action sur ces cristaux, mais ils décomposent la vapeur d'eau au rouge sombre.

» L'acide fluorhydrique plus ou moins concentré les attaque avec facilité, les autres acides agissent très lentement. L'eau régale attaque complètement les cristaux bien pulvérisés. Les alcalis en solution n'ont pas d'action, les carbonates alcalins en fusion ignée les décomposent au rouge en donnant du silicate alcalin soluble et un oxyde de nickel insoluble. Un mélange de carbonate et d'azotate de potassium produit le même effet à une température plus basse.

» *Analyse.* — On a traité par l'eau régale le siliciure amené à l'état de poudre aussi fine que possible; il s'est formé un sel métallique soluble et de la silice gélatineuse. L'attaque étant complète, on a évaporé la liqueur à siccité, puis on a chauffé jusque vers 200° afin d'insolubiliser complètement la silice. En reprenant par l'acide chlorhydrique, le métal seul a été redissous; on a filtré, la silice est restée sur le filtre. On a séché et incinéré ce dernier, de façon à avoir le poids de silice, d'où la proportion de silicium; dans la liqueur, on a dosé le métal par les procédés connus (¹).

Résultats.

		Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $SiNi^2$.
Siliciure de nickel	Si	18,36	19,25	19,28
»	Ni	81,66	81,00	80,72
		100,02	100,25	100,00

		Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $SiCo^2$.
Siliciure de cobalt	Si	20,04	19,12	19,25
»	Co	80,70	80,28	80,75
		100,74	99,30	100,00

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études, de M. Moissan.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chromite neutre de chaux cristallisé.* Note de M. E. DUFAU, présentée par M. H. Moissan.

« M. Gerber a préparé, en 1877, un chromite de chaux neutre, en chauffant au rouge du chlorure de calcium anhydre avec du bichromate de potasse; la masse lessivée à l'eau bouillante, puis traitée par l'acide chlorhydrique, abandonnait une *poudre cristalline* vert olive, presque noire, répondant à la formule Cr^2O^3, CaO, dont les propriétés n'ont pas été étudiées [1].

» M. H. Moissan, en étudiant l'action de la haute température de l'arc électrique sur les oxydes métalliques, a obtenu une combinaison de l'oxyde de chrome et de la chaux répondant à la formule $Cr^2O^3, 4CaO$; il a de plus observé la formation simultanée d'aiguilles vert foncé dont il n'a pas poursuivi l'étude (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, janvier 1895).

» Il nous a paru intéressant de voir si ces derniers cristaux ne représentaient pas un deuxième oxyde double qui se serait formé dans des conditions peu différentes du premier.

» Pour cela, nous avons chauffé un mélange de 115gr de sesquioxyde de chrome et de 45gr de chaux vive dans le four électrique, au moyen d'un courant de 50 volts et de 700 ampères. L'opération terminée, on a trouvé dans le four une masse cristalline verte où l'œil distinguait assez facilement deux sortes de cristaux : des lamelles jaunâtres, semblables à celles obtenues par M. Moissan, et des aiguilles de plusieurs millimètres de couleur foncée, groupées en masses à structure rayonnée. Le dôme du four était également recouvert de ces aiguilles. Les parties cristallisées ont été détachées du four, et traitées par l'acide chlorhydrique concentré; il s'est produit un assez grand dégagement de chaleur, et le liquide s'est fortement coloré en vert en même temps qu'il se dégageait du chlore. Les derniers traitements ont été faits à l'acide chlorhydrique bouillant jusqu'à ce qu'il ne se dissolve plus rien.

» Le résidu de cette attaque se présente sous la forme d'aiguilles prismatiques à reflet métallique, donnant une poudre vert clair. Au microscope, les cristaux minces sont transparents et d'une belle couleur verte. La dureté de ce composé est voisine de 6, sa densité est de 4,8 à 18°. L'analyse, faite par le procédé indiqué plus loin, lui attribue la formule du chromite neutre de chaux Cr^2O^3, CaO.

» Le fluor ne l'attaque pas à froid; si l'on élève légèrement la tempéra-

---

[1] *Bull. Soc. Chimique,* 2e série, t. XXVII, p. 435.

ture, il se produit une réaction très vive avec incandescence et dégagement d'épaisses fumées jaunes. Le chlore, au rouge vif, l'attaque lentement en donnant du chlorure de calcium et, dégageant de l'oxygène, l'oxyde de chrome n'est pas attaqué. Cette réaction n'est pas régulière, elle est entravée par la formation du chlorure de calcium, qui empêche l'action d'être plus profonde. Le brome et l'iode n'agissent pas sensiblement à la température de ramollissement du verre.

» L'oxygène brûle le composé à la température du ramollissement du verre, en donnant des étincelles brillantes ; il y a formation de chromate de calcium et de sesquioxyde de chrome. La vapeur d'eau est sans action au rouge vif. Le soufre n'agit pas à la température du ramollissement du verre.

» Le chromite de chaux reste inattaqué par les acides fluorhydrique et chlorhydrique en dissolution, et par les acides azotique et sulfurique concentrés. L'acide fluorhydrique anhydre agit au rouge, en donnant du fluorure de calcium et en laissant du sesquioxyde de chrome cristallisé. L'acide chlorhydrique gazeux agit de la même façon au rouge sombre ; la réaction a lieu avec incandescence. Nous avons employé cette dernière réaction pour faire l'analyse du composé.

» Les différents oxydants, chlorate et azotate de potassium en fusion, agissent d'une manière identique en donnant du chromate de potassium et en mettant la base en liberté. Avec le chlorate de potassium, la réaction est particulièrement énergique et se fait avec une vive incandescence. La potasse et les carbonates alcalins en fusion attaquent ce chromite avec facilité.

» *Analyse.* — Nous avons déterminé la composition du chromite de chaux par le procédé suivant :

» On prend environ 200^{mgr} de la matière finement pulvérisée, que l'on attaque, dans un creuset de platine, par environ dix fois son poids d'un mélange de 8 parties d'azotate et de 2 parties de carbonate de potassium en fusion; on chauffe lentement jusqu'à disparition des dernières parcelles de la matière. Après refroidissement, on reprend par l'eau, on filtre pour séparer la chaux qui se trouve à l'état de carbonate, et on pèse sous forme de sulfate de calcium. Dans la liqueur, le chrome est précipité, à l'état de chromate mercureux, en liqueur acétique, et pesé sous forme de sesquioxyde de chrome.

» Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	I.	II.	Calculé pour Cr^2O^3, CaO.
CaO	26,15	26,54	26,87
Cr^2O^3	73,30	73,18	73,13

» En résumé, sous l'action d'une température suffisamment élevée, le sesquioxyde de chrome peut se combiner directement avec la chaux pour donner un chromite de formule Cr^2O^3, CaO, bien cristallisé et stable, aux plus hautes températures, puisqu'on le trouve surtout dans les parties les plus voisines de l'arc électrique. Sa densité est de 4,8 à 18°, et il résiste à l'action des acides les plus énergiques [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les alcoolates.* Note de M. **H. Lescœur**, présentée par M. Troost.

« 1. Le sodium, en agissant sur l'alcool absolu, donne l'alcool sodé [2], composé qui, à la température ordinaire, retient de l'alcool de cristallisation. On n'est point d'accord sur la proportion d'alcool ainsi fixée [3]. La solution de cette question se trouve en observant la façon suivant laquelle ce corps se dissocie.

» Voici comment, à la température de 60°, se succèdent les tensions de vapeur quand on concentre dans le vide la dissolution de sodium dans l'alcool absolu :

	Tension en millimètres de mercure.
Solution saturée	environ 138^mm
Produit en apparence sec	135
A peu près $C^2H^5NaO + 1,7\,C^2H^6O$	60
» » $+ 0,8$ »	56
Produit effleuri	54
A peu près C^2H^5NaO	Tension inférieure à 18

» Un composé qui contiendrait $C^2H^5NaO, 2C^2H^6O$, se trouve bien dé-

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

(2) Guérin-Varry, *Sur l'action du sodium sur l'alcool anhydre* (*Journal de Chimie pratique*, t. V, p. 267).

(3) Wanklyn, *Sur l'éthylate de sodium et de potassium* (*Annales de Physique et de Pharmacie*, t. CL, p. 200). — A. Gauther et Scheitz, *Chemical News* du 8 janvier 1889.

fini à 60° par sa tension de dissociation. Celle-ci varie, comme il suit, entre 40° et 80° :

		Mercure
40°	environ	14^{mm}
60		57
80		172

» *L'alcoolate d'alcool sodé* s'effleurit dès la température ordinaire et se transforme, dans une atmosphère sèche, en alcool sodé C^2H^5NaO.

» 2. *Dissolution d'hydrate de soude dans l'alcool.* — Soumise aux mêmes essais, la dissolution d'hydrate de soude dans l'alcool absolu se comporte différemment. Voici les tensions de vapeur à la température de 100° :

		Tension en millimètres de mercure.
Environ $NaHO, 3C^2H^6O$. Produit fondu.	Tension supérieure à	300^{mm}
Produit partiellement solidifié	Tension supérieure à	300
Produit solide, environ $NaHO, C^2H^6O$..	environ	215
» effleuri	»	207
» »	»	200
A peu près NaHO	Tension inférieure à	30

» Un composé contenant $NaHO, C^2H^6O$ se trouve ainsi défini.

» Sa tension de dissociation entre 76° et 105° est :

76°	environ	35^{mm}
100	»	207
105	»	275

» En outre de ce corps, on obtient, par dissolution de la soude dans l'alcool bouillant et refroidissement, de petites écailles, très altérables à l'air humide, se dissolvant dans l'eau avec de vifs tournoiements, fondant facilement et dégageant de l'alcool quand on chauffe, qui paraissent être $NaHO, 3C^2H^6O$.

» Ces derniers composés sont les véritables alcoolates alcalins. Il conviendra de réserver aux premiers la dénomination d'alcool sodé et d'alcoolate d'alcool sodé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propriétés de l'émulsine des Champignons.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'un de nous a établi en 1893 ([1]) que beaucoup de Champignons, notamment ceux qui se développent sur les arbres vivants ou morts, contiennent un ferment soluble capable de dédoubler certains glucosides, comme le fait l'émulsine des amandes. Il y avait intérêt à essayer l'action de ce ferment sur tous les glucosides qui sont hydrolysés par cette dernière ainsi que sur d'autres qu'elle ne dédouble pas, ne fût-ce que pour savoir si les deux ferments sont identiques.

» A cet effet, nous avons choisi, comme producteurs de ferment, d'une part un champignon ascomycète, l'*Aspergillus niger,* qui croît sur les milieux nutritifs les plus variés, et, d'autre part, un basidiomycète, le *Polyporus sulfureus* Fr. qui peut vivre en parasite sur la plupart des arbres de nos promenades et de nos forêts (saule, robinier, marronnier, frêne, chêne, peuplier, aune, noyer, poirier, châtaignier et mélèze).

» I. *Aspergillus niger.* — L'émulsine de l'*Aspergillus,* qu'on ne peut, du reste, séparer d'autres corps de même nature (invertine, maltase, etc.) que la moisissure produit en même temps, a été obtenue, sous forme de solution, par le procédé suivant :

» On cultive l'*Aspergillus* sur le liquide de Raulin, à l'étuve, à la température de 28° à 30°. Lorsque les fructifications sont arrivées à peu près à maturité, on siphone le liquide sous-jacent et on le remplace à deux ou trois reprises par de l'eau distillée, en ayant soin de laisser séjourner dans la culture, pendant quelques heures, celle qu'on a introduite en dernier lieu. On rejette encore cette eau et on la remplace par de nouvelle eau distillée, qu'on laisse cette fois pendant trois jours, à la température ordinaire. On obtient, de cette façon, une solution possédant des propriétés hydrolysantes très actives; c'est cette solution qui a été employée dans notre première série de recherches.

» Pour chaque essai, on faisait dissoudre ou l'on délayait $0^{gr},20$ de glucoside dans 20^{cc} de liquide fermentaire, on ajoutait quelques gouttes d'éther et l'on portait la solution ou le mélange ainsi préparé dans une étuve réglée à 28°-30°. Au bout d'un, deux, trois jours et même davantage, on essayait à la liqueur de Fehling. Les glucosides employés par nous, non plus que le liquide provenant de l'*Aspergillus,* ne réduisant

([1]) Em. Bourquelot, *Comptes rendus,* séance du 11 septembre 1893.

pas directement toute cette dernière réduction pouvait être considérée comme l'indice certain d'un dédoublement.

» Nous nous sommes ainsi assurés que l'émulsine de l'*Aspergillus* dédouble l'*amygdaline*, la *salicine*, la *coniférine*, ce qui avait déjà été observé, ainsi que l'*arbutine*, l'*esculine*, l'*hélicine*, la *populine* et la *phloridzine*. Par contre, elle n'agit pas sur la *solanine*, l'*hespéridine*, la *convallamarine*, la *convolvuline*, la *jalapine* et l'*atractylate de potasse*.

» M. Em. Fischer ayant découvert dans ces derniers temps que l'émulsine des amandes dédouble le sucre de lait, nous avons tenu à savoir, en outre, si l'émulsine de l'*Aspergillus* agit de la même façon.

» Mais le sucre de lait réduit par lui-même la liqueur de Fehling; l'essai devait donc être conduit autrement qu'avec les glucosides dont il vient d'être question.

» On pouvait rechercher si, sous l'influence du ferment, la rotation à droite de la solution de sucre de lait augmentait. S'il en eût été ainsi, on eût pu conclure à une action dédoublante, car le mélange de sucres, dextrose et galactose, provenant du dédoublement du sucre de lait, possède un pouvoir rotatoire plus élevé que celui du sucre de lait lui-même.

» On pouvait encore, comme l'a fait M. Em. Fischer [1], précipiter, à la fin de l'expérience, tous les sucres sous forme d'*osazones*, et traiter ces osazones par l'eau bouillante. La lactosazone étant soluble, il ne devait pas rester de résidu si le sucre de lait n'est pas hydrolysé par l'émulsine de l'*Aspergillus*. Dans le cas contraire, il devait rester un mélange de glucosazone et de galactosazone.

» Nous avons eu recours aux deux procédés, et tous deux nous ont conduits à des résultats négatifs.

» Si nous comparons ces faits avec ce que nous savons des propriétés de l'émulsine des amandes, nous voyons qu'il y a des différences seulement sur deux points : 1° L'émulsine de l'*Aspergillus* dédouble la populine et la phloridzine, ce que ne ferait pas l'émulsine des amandes; 2° la première n'agit pas sur le sucre de lait, qui serait dédoublé par la seconde.

» En ce qui concerne le premier point, nous ferons remarquer que l'action hydrolysante de l'émulsine de l'*Aspergillus* sur la populine et la phloridzine est très lente à se manifester.

» Ainsi, dans un de nos essais avec la populine (populine, $0^{gr},20$;

---

(1) Em. Fischer, *Einfluss der Configuration auf die Wirkung der Enzyme* (*Ber. d. d. chemischen Gesellschaft*, t. XXVII, p. 2991; 1894).

liquide d'*Aspergillus*, 20^{cc}; éther, 5 à 6 gouttes, temp., 33°), nous n'avons observé de réduction qu'au deuxième jour, et au bout de quatre jours cette réduction ne représentait que 0^{gr},029 de glucose, ce qui correspond à environ le tiers du dédoublement total. Peut-être, dans les essais que l'on a faits pour étudier l'action de l'émulsine des amandes sur ces deux glucosides, n'a-t-on pas prolongé suffisamment l'expérience.

» Pour ce qui est du dédoublement du sucre de lait par l'émulsine des amandes, dédoublement à peine encore étudié, on peut se demander si, dans ce cas, on a affaire à un ferment unique, et non à un mélange contenant de la *lactase*.

» *Polyporus sulfureus* Fr. — L'exemplaire qui nous a servi avait été récolté sur un chêne. Il était très jeune, et composé de plusieurs individus superposés. Il pesait 1070^{gr}. Soumis à l'action d'une forte presse, il a donné 450^{cc} de suc. C'est ce suc qui, après filtration, nous a servi dans nos expériences. Comme il renfermait un peu de sucre réducteur, il a fallu en tenir compte dans les essais.

» Pour cela, on a maintenu à l'étuve un tube témoin, renfermant du suc de polypore (suc, 20^{cc}; eau, 20^{cc}) à côté des autres tubes qui renfermaient chacun 0^{gr},40 du glucoside examiné. A la fin de l'essai, c'est-à-dire au bout de vingt-deux heures, on a dosé le sucre réducteur dans chaque tube, y compris le tube témoin.

» La différence, entre les quantités trouvées dans les tubes à glucosides et ce dernier, représentait le sucre provenant du dédoublement.

» Tous les glucosides essayés : *amygdaline, esculine, arbutine, coniférine, salicine*, ont été dédoublés, en totalité ou en partie, pendant l'essai. Comme ils l'ont été également par l'émulsine de l'*Aspergillus*, on voit que l'émulsine du *P. sulfureus* peut être assimilée à cette dernière, avec laquelle elle a d'ailleurs encore un point commun : comme nous nous en sommes assurés, en effet, elle n'exerce pas d'action sur le sucre de lait.

» En résumé, il paraît ressortir de ces faits qu'il existe chez les Champignons une même émulsine. Il n'y a d'ailleurs pas, jusqu'à présent, d'argument définitif permettant d'affirmer qu'elle diffère de l'émulsine des amandes. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Constance du point de congélation de quelques liquides de l'organisme. Application à l'analyse du lait.* Note de M. **J. Winter**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Des recherches antérieures m'ayant conduit à étudier, par la Cryoscopie, la concentration moléculaire d'un certain nombre de liquides de l'économie (sérum, lait, suc gastrique, urine, etc.), je crois devoir signaler, à la suite d'un grand nombre de déterminations, une propriété remarquable du *sérum sanguin* et *du lait : ces liquides sont équimoléculaires* et *leur concentration moléculaire est la même chez les diverses espèces animales que j'ai examinées.*

» La loi paraît, d'ailleurs, générale d'après mes observations sur les autres liquides. Mais elle se présente rarement avec la netteté qu'on trouve ici. Je suis donc obligé de renvoyer pour les particularités aux développements que je donnerai plus tard,

» La constatation de l'équimolécularité des liquides de l'économie est féconde en conséquences que j'examinerai ailleurs. Elle nous montre tout l'organisme en équilibre osmotique et la vie cellulaire sous la dépendance d'un même état limite qui se reproduit constamment.

» Pour l'instant je me bornerai à signaler quelques conséquences immédiates.

» 1. En ce qui concerne le lait, et c'est l'objet principal de cette Note, la constance remarquable de sa température de congélation me paraît appelée à servir de contrôle simple et sûr de son état de pureté et de conservation, en même temps que de sa valeur alimentaire en vertu de son isotonie avec le sérum.

» L'altération spontanée du lait abaisse rapidement son point de congélation normal, l'addition d'eau le relève. Il est même facile d'apprécier ainsi exactement le mouillage. Je me réserve de revenir sur d'autres altérations. Voici quelques-uns des résultats.

» Δ est l'abaissement du point de congélation observé, n le nombre de molécules-grammes calculées pour 100^{gr} d'eau. Les échantillons examinés proviennent de diverses régions de France. Quelques-uns ont voyagé et l'analyse s'en ressent. C'est pour cette raison que je crois devoir les donner parmi les autres.

	Δ.	n.
Lait de vache.....	0°,55	0,0297
Id.	0,57	0,0308
Id.	0,57	0,0308
Id.	0,56	0,0302
Id.	0,56	0,0302
Id.	0,55	0,0297
Id.	0,55	0,0297
Id.	0,55	0,0297
Id.	0,55	0,0297
Lait de vache.....	0°,55	0,0297
Id.	0,55	0,0297
Id.	0,55	0,0297
Lait de chèvre....	0,57	0,0308
Lait de femme....	0,55	0,0297
Id.	0,55	0,0297
Id.	0,55	0,0297
....	....	......

» Je ne connais pas de méthode de contrôle aussi constante, aussi simple et plus difficile à tourner par la fraude.

» 2. Les échantillons de sérum de sang examinés (chien, lapin, cheval, bœuf, sérum antidiphtérique) oscillent exactement dans les mêmes limites. Je me dispense de répéter les mêmes chiffres.

» Entre autres conséquences simples, ces résultats permettent de prévoir l'action sur le sang circulant des solutions *considérées indépendamment de la nature des substances dissoutes*.

» Si, en effet, on exprime, d'après les résultats ci-dessus, que la concentration moléculaire $\frac{n}{g}$ du sérum (g est le poids de l'eau) est constante, ou tend à le redevenir après un écart, il est clair que toute solution, non équimoléculaire avec le plasma, en pénétrant dans le sang, y provoquera suivant sa concentration, soit une dissolution d'éléments en suspension (*globules rouges et blancs*), soit une disparition et, au besoin, une précipitation d'éléments dissous (fibrine dissoute fixée par les globules et hémoglobine). Cette action sera, à égalité de volume pour les solutions injectées, d'autant plus marquée que ces solutions s'écarteront davantage, au-dessus ou au-dessous, de la concentration limite normale du sérum. Cette limite correspond, d'après les données ci-dessus, à 0,0297 molécules-grammes [1] de substance dans 100gr d'eau. Exprimée en poids de chlorure de sodium, elle équivaut à 0gr,91 pour 100 de sel. L'expérience a depuis longtemps établi empiriquement ces faits (sérums artificiels divers, actions de l'eau distillée sur les éléments du sang, toxicité des solutions en injections intraveineuses, etc.). Mais on en a donné des interprétations diverses,

---

[1] Il s'agit évidemment ici de molécules cryoscopiques.

parfois très fantaisistes. Toutes sont étrangères aux considérations d'équilibre osmotique démontrées par la cryoscopie.

» Cette étude nous révèle une fonction nouvelle et inconnue des globules sanguins et de la fibrine. Ces éléments sont avant tout des agents de régulation de la concentration moléculaire du sérum sanguin, au même titre que les cristaux d'une solution saturée d'un sel en assurent constamment la saturation, soit par leur multiplication, soit par leur dissolution.

» Je fournirai ailleurs des explications plus complètes à cet égard. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les fermentations provoquées par le pneumobacille de Friedländer*. Note de M. L. **Grimbert**, présentée par M. Duclaux.

« D'après P. Frankland et ses élèves (*Journal of chemical Society*, t. LIX, p. 253; 1891), le pneumocoque de Friedländer fait fermenter les solutions de glucose, saccharose, lactose, maltose, raffinose, dextrine et mannite. Il est sans action sur la glycérine et la dulcite. Les produits principaux de la fermentation de la glucose et de la mannite sont l'alcool éthylique et l'acide acétique avec une petite proportion d'acide formique et des traces d'un acide fixe, probablement d'acide succinique.

» Le pneumocoque ayant servi à ces expériences provenait de l'Institut d'hygiène de Berlin; il avait été cultivé sur gélatine-peptone pendant une période de trois années avant de servir aux fermentations.

» Les milieux de culture offraient, en général, la composition suivante : sucre fermentescible, 30; peptone, 3; extrait de viande de Liebig, 1; carbonate de chaux, 10; eau, 1000. Ils étaient maintenus à la température de 39°.

» Nous avons repris les expériences de Frankland avec un pneumobacille de Friedländer provenant du laboratoire de M. le Dr Roux, après avoir vérifié sa pureté par des cultures sur plaques de gélatine.

» Nos milieux de culture se composaient de : sucre fermentescible, 3 peptone sèche, 2; eau distillée, 100; le tout, additionné de craie, était stérilisé à l'autoclave à 120° et maintenu, après ensemencement, à l'étuve à 36°.

» La détermination et le dosage des alcools et des acides volatils ont été faits par la méthode de M. Duclaux (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIII, et 6e série, t. VII).

» Les résultats que nous avons obtenus sont tout à fait différents de ceux des auteurs anglais.

» Non seulement le pneumobacille de l'Institut Pasteur fait fermenter la glucose, le galactose, l'arabinose, la mannite, le saccharose, le maltose, le lactose, le raffinose, la dextrine et l'amidon, mais encore *il attaque avec énergie la glycérine et la dulcite*.

» 2° Les produits de la fermentation varient avec la nature du sucre employé. Ce sont l'alcool éthylique, l'acide acétique, l'acide lactique *gauche* et l'acide succinique.

» Mais tandis que la glucose, le galactose, l'arabinose, la mannite et la glycérine donnent de l'acide lactique gauche, à l'exclusion de l'acide succinique, le saccharose, le lactose et le maltose donnent à la fois de l'acide succinique et de l'acide lactique gauche, tandis que la dextrine, les pommes de terre et la dulcite ne produisent que de l'acide succinique sans traces d'acide lactique.

» L'acide acétique se rencontre toujours à l'état pur sans mélange d'acide formique ou d'acide propionique.

» Quant à l'alcool éthylique, moins abondant que les autres corps formés, il fait quelquefois défaut comme dans les fermentations de pommes de terre ou d'arabinose, ou bien il n'existe qu'à l'état de traces, comme dans les fermentations de glucose, de saccharose ou de maltose. Dans les fermentations de dextrine, il est mélangé à une petite quantité d'alcool supérieur.

» Nous insistons particulièrement sur ce fait que la mannite fournit en fermentant de l'acide lactique gauche, tandis que son isomère, la dulcite, donne de l'acide succinique.

» Nous avons donc sous les yeux l'exemple rare d'un ferment donnant des produits variables avec le sucre qu'il détruit.

» L'acide lactique gauche a été fourni exclusivement (à l'exception de la dulcite) par les hydrates de carbone possédant une fonction alcool, quel que soit le nombre de leurs atomes de carbone.

» Les sucres en C^{12} donnèrent un mélange d'acide lactique et d'acide succinique, et les hydrates de carbone d'un poids moléculaire élevé (amidon, dextrine, etc.) de l'acide succinique seul.

» Notre pneumobacille se différencie donc de celui de Frankland par la propriété qu'il a d'attaquer la glycérine et la dulcite, par la nature des produits de ses fermentations, et aussi par l'énergie de son action, comme

le montre l'exemple suivant, se rapportant à une fermentation de 100gr de mannite examinée au bout de trente-six jours :

		(P. Frankland).
Alcool éthylique..........	11,40 gr	6,85 gr
Acide acétique...........	10,60	4,98
Acide lactique gauche.....	58,63	0,00

» Il faut donc conclure qu'il existe au moins deux pneumobacilles de Friedländer, morphologiquement semblables, mais différant entre eux par leurs actions fermentatives. Chaque fois donc que l'on rencontrera une bactérie présentant tous les caractères du pneumobacille de Friedländer, il faudra l'ensemencer dans un milieu à base de glycérine ou de dulcite, afin de l'identifier, soit avec l'organisme de P. Frankland, soit avec celui que nous avons étudié. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la fixation directe, par les fibres végétales, de certains oxydes métalliques.* Note de M. **A. Bonnet.**

« Dans une Note du 16 octobre 1893, j'ai signalé quelques propriétés des oxydes de plomb combinés aux alcalis et notamment l'aptitude de dissociation de ces sels en présence des fibres végétales.

» Poursuivant cette étude sur une série d'oxydes métalliques, j'ai trouvé que les oxydes de *cuivre*, de *zinc*, de *cobalt* et de *fer* (peroxyde) *hydratés* peuvent, dans des conditions analogues à celles réalisées avec les oxydes de plomb, être fixés directement par les fibres végétales.

» Si l'on immerge un morceau de calicot dans une dissolution d'*oxyde de cuivre ammoniacal* et qu'on lave, on ne fixe que des traces inappréciables d'oxyde ; mais, si l'on répète l'opération dans cette même dissolution, légèrement additionnée de soude ou de potasse caustique, les lavages les plus prolongés à l'eau courante n'emportent rien de l'oxyde de cuivre enlevé au bain.

» La dissolution d'*oxyde de zinc ammoniacal* cède directement, sans addition de potasse ou de soude, mais en moins grande quantité qu'avec le secours de ces corps, un dépôt abondant à la fibre.

» L'*oxyde de cobalt ammoniacal*, que l'on obtient par une digestion prolongée de l'oxyde hydraté dans l'ammoniaque, offre le même phénomène que l'oxyde de zinc.

» Le *ferrate de soude* cède également à du coton, mais en l'oxydant énergiquement, un dépôt de *peroxyde de fer*.

» Une dissolution *cuprochromique* (obtenue par l'action dissolvante de l'ammo-

niaque sur le chromate de cuivre), additionnée de soude ou de potasse, laisse de même un dépôt des deux oxydes de *cuivre* et de *chrome* sur les fibres végétales.

» Ces propriétés peuvent, dans quelques cas, être utilisées pour le mordançage direct en oxydes métalliques des matières d'origine végétale, et cela par un seul bain. »

GÉOLOGIE. — *Sur des lambeaux de terrains cristallins, d'âge probablement tertiaire, dans les Alpes briançonnaises.* Note de M. P. TERMIER, présentée par M. Daubrée.

« La *Carte géologique de la France*, par Dufrénoy et E. de Beaumont, signale, à l'est du massif du Pelvoux, entre ce massif et la vallée de la Durance, deux petits lambeaux de terrains cristallins, désignés par la lettre y, et entourés de tous côtés par les terrains secondaires. Ch. Lory a visité ces lambeaux, qui lui ont paru (¹) « formés de schistes tendres, » cristallins, offrant tout l'aspect des schistes talqueux des terrains primi- » tifs ». Il crut devoir adopter à leur égard, jusqu'à preuve du contraire, l'opinion des auteurs de la Carte géologique. Il déclare toutefois que « la stratification de ces roches et leurs rapports avec les terrains envi- » ronnants sont difficiles à apprécier. » Sur la Carte géologique du Briançonnais, jointe à la troisième Partie de son Ouvrage, les lambeaux cristallins sont réunis en une seule tache de couleur rose, qui porte la lettre y, et qui va, vers l'est, jusqu'au pied de la montagne de Prorel.

» Il existe, en réalité, trois lambeaux distincts de ces terrains cristallins, et leur présence au sommet des montagnes calcaires qui séparent les vallées de l'Eychauda et de la Durance est, pour le pétrographe, le géologue, le tectonicien, une véritable énigme.

» Le plus occidental des trois lambeaux forme la montagne de l'Eychauda (2664^m) qui s'élève immédiatement au nord du col de la Pisse.

» Des schistes cristallins A, presque exclusivement quartzeux et séríciteux, sensiblement horizontaux, constituent le sommet. Leur épaisseur est d'environ 100^m. Ils reposent sur une brèche polygénique B, à gros blocs roulés de micaschistes, gneiss, quartzites triasiques, dolomies triasiques, puissante, elle aussi d'une centaine de mètres. Sous la brèche, viennent des schistes argileux C, généralement noirs, alternant avec des grès et de minces lits d'un calcaire sans fossiles. Le tout repose sur le

(¹) LORY, *Description géologique du Dauphiné*, p. 550.

Jurassique supérieur qui affleure, d'une façon presque continue, autour de la butte, et qui repose lui-même sur les calcaires du Trias.

» Les brèches B et les schistes C représentent, selon toute vraisemblance, un facies local du Nummulitique.

» Vers le nord, l'érosion a enlevé les termes supérieurs A et B; mais les schistes C se prolongent fort loin, ployés en un synclinal qui se perd au milieu du Trias. Vers son extrémité nord, ce synclinal est déversé vers l'ouest d'environ 45°, comme tous les plis situés plus à l'ouest jusqu'au bord du Pelvoux.

» Le deuxième lambeau constitue la montagne de Serre-Chevalier (2492^m). Il n'est séparé du lambeau de l'Eychauda que par un petit col, le col des Combes, où affleure, en couches horizontales, le Jurassique supérieur. Toutes les assises de ladite montagne sont également horizontales, et elles reposent partout sur le Jurassique supérieur ou sur les calcaires du Trias.

» Le sommet est constitué par les schistes micacés A, prolongement de ceux de tout à l'heure; mais ils sont ici beaucoup plus cristallins, et ils s'entremêlent de petits bancs de schistes à biotite et amphibole, d'amphibolites à sphène, de gneiss porphyroïdes plus ou moins laminés et écrasés. Les brèches B, déjà très réduites sur le versant est de l'Eychauda, semblent manquer totalement. Les schistes C supportent immédiatement les assises cristallines : ils contiennent eux-mêmes quelques lits de calcaire, et aussi quelques bancs sériciteux d'un métamorphisme assez avancé.

» A l'est de Serre-Chevalier, la crête de la montagne est généralement formée de Trias. Un synclinal très aigu, non déversé, ramène un instant des schistes et calcaires du type C; puis vient un anticlinal de calcaires et quartzites, au delà duquel apparaît le dernier lambeau cristallin. Ce lambeau affleure dans le col qui s'ouvre immédiatement à l'ouest de la montagne de Prorel (2572^m).

» La crête du col est formée de schistes micacés à chlorite et séricite, presque horizontaux ou plongeant faiblement vers l'est. C'est évidemment l'étage A des deux premiers lambeaux. A l'ouest, ces schistes micacés reposent sur des schistes du type C, qui, graduellement redressés, les séparent du Jurassique supérieur ou du Trias. A l'est, le lambeau s'enfonce sous des quartzites triasiques, qui plongent à leur tour sous les calcaires triasiques et les brèches liasiques de Prorel. Anticlinal ou synclinal, le pli qui ramène ici une dernière fois les assises cristallines est le dernier qui soit déversé vers l'ouest. Au delà de Prorel, où les couches sont verticales (axe de l'éventail), tous les plis sont déversés vers l'Italie.

» Au nord et au sud, le lambeau disparaît sous les éboulis. Au delà de ces éboulis, dans la direction des couches du col, il n'y a plus que le Houiller, qui, avec une épaisseur de plus de 1000^m, forme tout le fond des vallées.

» Ces faits ne peuvent s'expliquer que par deux hypothèses :

» Ou bien les schistes micacés (y compris les gneiss, micaschistes et amphibolites de Serre-Chevalier) sont *en place*, et *leur âge est tertiaire*.

» Ou bien ces schistes, à l'Eychauda et à Serre-Chevalier, sont *en recouvrement;* ils peuvent alors être *archéens*, et ils proviennent d'un anticlinal affleurant au col de Prorel (3e lambeau) et fortement déversé vers l'ouest.

» Aucune de ces deux hypothèses ne satisfait pleinement l'esprit. D'une part, si les terrains sont en place, on ne voit pas de cause à un métamorphisme aussi extraordinaire, alors surtout que les terrains secondaires sous-jacents ne sont nullement modifiés. D'autre part, si les schistes cristallins de Serre-Chevalier réalisent bien le type de l'Archéen, il n'en est pas de même de ceux qui les prolongent à l'Eychauda, et dont le métamorphisme est bien inférieur.

» Jusqu'à la découverte d'un argument nouveau et décisif, je regarde cependant la première hypothèse comme plus vraisemblable, parce qu'elle s'accorde mieux avec la tectonique générale de la région. Les schistes micacés en question seraient donc d'âge tertiaire. Ils résulteraient, selon toute probabilité, de l'écrasement et du laminage de brèches analogues aux brèches B, mais à éléments beaucoup plus fins. On aurait là un remarquable exemple d'un mode nouveau de *dynamo-métamorphisme*. »

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 octobre 1895.

Cours de Chimie minérale, organique et biologique, par M. Armand Gautier, professeur de Chimie à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Institut, Membre de l'Académie de Médecine. *Chimie organique*. Paris, G. Masson, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. A. Gautier.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Septembre 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées, publié par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré et H. Resal. Année 1895. Fascicule n° 4. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-4°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut et de la Société nationale d'Agriculture, etc. N° 10. 25 octobre 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Acta mathematica. Journal rédigé par M. G. Mittag-Leffler. 19; 3 et 4. Stockholm, Berlin, Paris; 1 vol. in-4°. (Offert par M. Hermite.)

Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille, publiées sous la direction de M. le Professeur A.-F. Marion, Correspondant de l'Institut. *Zoologie. Travaux du laboratoire de Zoologie marine.* Tome IV, 1890-1894. Marseille, G. Loret, 1894; 1 vol. gr. in-4°.

Société d'Agriculture des Sciences et des Arts centrale du département du Nord, séant à Douai. Bulletin agricole. Années 1892-1893-1894. Douai, Duthillœul, 1893-1895; 5 fasc. in-8°.

Procédé facile pour la vérification de l'alcool, par le D[r] Coiffier (du Puy). Le Puy, Marchessou, 1895; 1 br. in-8°.

Mémoires et Comptes rendus de la Société royale du Canada pour l'année 1894. Tome XII. *Index général,* I-XII. Ottawa, J. Durie et fils; 1 vol. gr. in-4°.

Notes on the nebular theory in relation to stellar, solar, planetary, cometary, and geological phenomena, by William Ford Stanley. London, 1895; 1 vol. in-8°. (Offert par l'Auteur.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 NOVEMBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Truffe* (Terfezia Hanotauxii) *de Téhéran*; par M. **Ad. Chatin**.

« M. Hanotaux, alors encore Directeur des Consulats et Affaires commerciales au Ministère des Affaires étrangères, m'écrivait le 7 mai 1894 :

» ... J'aurai l'honneur de vous communiquer, dès que je les aurai reçus, les renseignements que j'attends d'Athènes et de Téhéran.

» Et le 7 juin, devenu Ministre :

» ... Pour faire suite à la lettre de mon département du 7 mai, je viens vous informer que, d'après les indications qui me sont fournies par M. de Balloy, Ministre de la République à Téhéran, la production truffière est à peu près nulle en Perse. On récolte toutefois quelques Truffes dans le Mazandéran et dans la province de Chiraz; ces tubercules sont blancs et répandent peu de parfum.

» M. de Balloy m'a d'ailleurs fait parvenir quelques spécimens des Truffes en question, que je m'empresse de vous transmettre.

» A noter que les Truffes de Téhéran, dites blanches et sans parfum, ne diffèrent pas, sous ce rapport, de la généralité des Terfâs ou Terfez d'Algérie, de Tunisie et du Maroc, dits *Turnera* en Sardaigne, *Turmera* en Espagne, *Kamés* à Damas et à Alep, *Touboulanes* au Caucase, et *Domalan* à Smyrne.

» Ces caractères organoleptiques sont, avec la maturation printanière (de mars à mai), caractères du groupe entier des Terfâs (*Terfezia* et *Tirmania*).

» Les tubercules envoyés de Téhéran, soigneusement, mais imprudemment enveloppés dans de la mousse encore fraîche, laquelle les eût bien conservés durant une courte période, mais a été cause d'altérations graves pendant leur trop long voyage, sont arrivés noirs, très ramollis et presque fluidifiés. Leur forme, à peine reconnaissable sur un petit nombre d'entre eux, paraissait toutefois être, comme celle de la généralité des Terfâs, plus ou moins ovoïde.

» Les sporanges, dont les parois avaient disparu dans la décomposition générale, laissaient libres les spores parfois encore rapprochées huit à huit, comme elles avaient dû l'être dans les sporanges, dont la membrane a maintenant disparu.

» Les spores, qui seules ont échappé (ou du moins paraissent avoir échappé) à la décomposition, présentent les caractères suivants :

» Forme arrondie, caractéristique du genre *Terfezia* (par opposition au genre *Tirmania*, aux spores oblongues); coloration nulle ou jaunâtre (qui a dû être celle de la chair des tubercules, de même que la Truffe de Périgord ne doit sa couleur noir-violet qu'aux spores dont elle est faite, ses tissus étant incolores); surface relevée d'un réseau portant souvent à ses angles de grosses verrues à sommet arrondi, et non coupé carrément, comme dans le *Terfezia Leonis*, ni allongé en papilles, ainsi qu'on l'observe chez le *Terfezia leptoderma, Metaxasi,* et surtout *Goffartii*.

» Le diamètre des spores, très bon caractère, est compris entre $0^{mm},23$ et $0^{mm},25$.

» Une question se posait : la Truffe reçue en 1894 de M. le Ministre de France à Téhéran est-elle espèce bien distincte de toutes celles actuellement connues? Les grosses verrues à sommet arrondi des spores porteraient à l'admettre; mais ces grosses verrues n'étaient-elles pas le produit d'un phénomène possible d'endosmose, distendant, sur quelques points, les spores immergées dans la masse presque fluide des tubercules en décomposition.

» Un nouvel examen s'imposait, qui porterait sur des Truffes mises, dans des conditions appropriées, à l'abri de toute altération.

» M. Hanotaux voulut bien se faire encore l'interprète de mes desiderata, lesquels, renouvelés par M. Bompard, son successeur à la Direction des Consulats, viennent d'être, je ne dirai pas satisfaits, mais comblés par le nouvel envoi que m'annonce M. Bompard dans la lettre suivante, en date du 6 juillet 1895 :

» ..... M. le Ministre de la République à Téhéran vient de m'adresser, et j'ai l'honneur de vous transmettre ci-joint, pour faire suite à ma communication précédente, six caisses renfermant une certaine quantité de Truffes.

» M. de Balloy m'annonce l'envoi ultérieur d'une caisse contenant de la terre dans laquelle poussent ces tubercules. Je ne manquerai pas de la mettre à votre disposition dès qu'elle me sera parvenue.

» Je m'empressai d'ouvrir les caisses, lesquelles contenaient des Truffes : les unes, sèches, entourées chacune d'une poignée de coton; d'autres immergées dans l'alcool; d'autres enfin, les plus grosses, étaient enfermées dans des boîtes de conserve, hermétiquement closes; dans plusieurs elles étaient en outre plongées dans de la graisse.

» On voit que les plus minutieuses précautions avaient été prises pour que les Truffes de la récolte de 1895 échappassent à toute cause d'altération, but qui a été parfaitement atteint.

» Il était ainsi possible de déterminer sûrement les caractères de la Truffe de Téhéran, caractères ou tout à fait méconnaissables, ou restant douteux en raison de la profonde altération subie par les tubercules reçus en 1894.

» Ces caractères sont les suivants :

» Tubercules moyens ou même gros, du poids de 15^{gr} à 60^{gr}.

» Périderme lisse, parfois fendillé, brun noir, se fonçant encore après la récolte [1].

» Chair blanchâtre, passant au bistre par la dessiccation, assez molle, peu sapide.

» Sporanges ovoïdes, à très court pédicule, octospores, à membrane souvent disparue à la maturité des spores.

» Spores rondes, caractère qui classe la Truffe de Téhéran dans le genre *Terfezia,* à surface relevée d'un réseau régulier très prononcé et

(1) Serait-ce là le vrai Kamé noir de Bagdad? Tous les *Terfezia* brunissent plus ou moins; au contraire, les deux *Tirmania* connus restent incolores.

portant, sur tout ou partie des angles, de grosses verrues à sommet *arrondi*, jamais tronqué comme dans le *Terfezia Leonis* (¹).

» Ces verrues ou grosses papilles arrondies des spores, déjà observées en 1894, où, en raison de l'altération subie par les tubercules, on pouvait supposer qu'elles étaient produites par un phénomène d'endosmose, sont donc bien un caractère normal, caractère qui suffirait à distinguer le Terfâs de Téhéran de tous ses congénères connus, et notamment des plus voisins.

» Il faut compter parmi ces derniers les espèces suivantes : *Terfezia Claveryi, T. Boudieri, T. Hafizi, T. Leonis,* qui, d'ailleurs, se distinguent toutes par le périderme moins coloré et, chacune, par d'importants caractères, savoir :

» Le *Terfezia Claveryi*, par le diamètre des spores ne dépassant pas $0^{mm},22$ à $0^{mm},23$; par le réseau, très irrégulier et à plus faible relief, qui recouvre celles-ci, et par le manque absolu de verrues.

» Le *Terfezia Boudieri*, par l'absence de réseau, ses fines granulations et le diamètre des spores, lequel ne dépasse pas $0^{mm},22$.

» Le *Terfezia Hafizi* aussi, par l'absence de grosses verrues et le très faible diamètre ($0^{mm},18$ à $0^{mm},20$) des spores.

» Le *Terfezia Leonis*, peut-être de toutes les espèces affines la plus rapprochée par le diamètre ($0^{mm},22$ à $0^{mm},26$) de ses spores, diffère nettement par la troncature des verrues en forme de dents d'engrenage, non moins que par l'abondance de celles-ci, qui recouvrent constamment la surface entière des spores.

» Le Terfâs de Téhéran, que caractérisent : le périderme noirâtre, le réseau accentué, les grosses verrues arrondies et le diamètre des spores ($0^{mm},22$ à $0^{mm},25$), ne pouvant être rattaché que de loin, comme variété, ainsi que la pensée nous en était d'abord venue, à l'un des types spécifiques connus, il y a lieu de l'admettre comme espèce distincte.

» Nous donnons à cette nouvelle espèce de Tubéracées le nom de *Terfezia Hanotauxii*, qui rappellera le gracieux empressement mis par un éminent homme d'État à provoquer la recherche et l'envoi, de contrées souvent lointaines, de ces Terfâs ou Truffes blanches de printemps, peu sapides, mais éminemment nutritives, intéressant à la fois l'Économie domestique et la Science, qui croissent providentiellement à la surface du sol, sorte de manne venant s'offrir d'elle-même aux populations des régions désertiques. »

(¹) Les spores, toujours libres dans l'envoi de 1894, le sont fréquemment encore ici.

CHIMIE. — *Sur un élément probablement nouveau existant dans les terbines.* Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« Je demande à l'Académie la permission de lui soumettre une Note que j'avais écrite autrefois (3 mai 1886) au sujet d'une bande d'absorption observée dans certaines portions d'un fractionnement de terbine et que je crois caractéristique d'un élément particulier.

» J'avais espéré pouvoir pousser plus loin l'étude de cette bande, mais, ayant successivement usé mes échantillons de terbine dans divers essais, il est resté si peu de cette terre que de nouveaux fractionnements me sont devenus impossibles. Voici ma Note de 1886 :

» Ma terbine actuelle est une terre d'un rouge brun foncé dont la solution chlorhydrique ne donne qu'un assez faible spectre d'absorption uniquement composé des bandes du dysprosium (¹) et d'une bande qui me paraît appartenir à un élément nouveau. Voici la description sommaire de cette bande :

Micromètre.	λ.	Observations.
140,8 env.	487,7	Milieu apparent d'une bande nébuleuse, un peu plus indécise à gauche qu'à droite. Large de 2 à 2 $\frac{1}{2}$ divisions du micromètre. Intensité modérée.

» La bande 140,8 ne paraît pas appartenir à Tr^2O^3, parce qu'on la voit au moins aussi forte dans des terres de coloration un peu plus claire que ma terbine la plus pure. Elle n'est point, à coup sûr, au dysprosium, étant plus ou moins forte que la bande Dyβ 148,3 suivant les produits examinés.

» Je ne pense pas que la bande 140,8 dépende de l'holmium, car elle est à peu près de même intensité chez diverses terres entre lesquelles il existe d'assez sensibles différences au point de vue des raies caractéristiques de Ho.

» La position 140,8 tombe bien près de celle d'une des bandes de l'erbine, mais les autres raies de l'erbine sont absentes dans le spectre de ma terbine. L'erbine se trouve d'ailleurs rejetée par les fractionnements (sulfate de potasse et alcool) non seulement au delà du dysprosium, mais même plus loin que l'holmium.

» Enfin, la bande 140,8 n'appartient pas à Sm, U, Zα, ni même très probablement à Zγ, vu l'absence totale, ou la grande faiblesse, des principales bandes (d'absorption, de fluorescence ou d'étincelle) de ces corps dans ma terbine.

» Provisoirement, je désignerai l'élément producteur de la bande 140,8 ($\lambda = 487,7$) par Zδ. »

(¹) Voir *Comptes rendus*, p. 1006; 3 mai 1886.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Sarrat** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Démonstration du théorème de Fermat. Impossibilité de l'équation $a^n + b^n = c^n$ en nombres entiers ».

(Commissaires : MM. Darboux, Picard, Appell.)

M. J. **Laborde** adresse une Note sur les causes de la formation de la grêle.

(Commissaires : MM. Mascart, Duclaux.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Mémoire de M. *Wilhelm Schur* ayant pour titre : « Die Œrter der helleren Sterne der Præsepe »; extrait des *Annales de l'observatoire de Göttingue*. (Présenté par M. Lœwy.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le deuxième trimestre de* 1895. Note de M. J. **Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Les Tableaux suivants résument ces observations :

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches; les colonnes successives renferment les époques extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour et fraction de jour, T. civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en *millionièmes* de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches (en millionièmes de l'hémisphère).

» Le troisième renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches ; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en *millièmes* de l'hémisphère.

Tableau I. — *Taches*.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1895.	0,00.		
2-9	6	3,2	−27		34
6	1	3,2		+25	2
29- 6	8	3,4		+ 8	31
2	1	3,4	− 5		4
5- 8	3	4,7	−12		11
9-10	2	5,4	−11		5
5-11	6	5,6		+ 6	54
1- 9	8	6,8	−18		26
2-12	9	7,6		+ 4	72
2-12	10	8,1		+11	38
9-12	4	10,0		+18	8
8-16	5	10,7	−12		7
10	1	11,1	−21		2
5-17	9	11,7	−14		90
12-17	3	12,4		+ 3	19
8	1	13,6	− 9		4
11	1	16,1		+17	3
10-20	8	16,8	−11		126
10-20	10	17,0		+10	315
17-18	2	18,6	−15		12
24-26	3	21,3	−14		32
20	1	23,8		+12	18
19-30	7	24,8		+16	273
20- 2	8	26,5		+23	561
25- 2	6	27,0	−14		98
24-30	5	27,3		+12	16
24-29	4	28,5		+10	7
1- 3	3	29,7		+ 1	32
2	1	30,0		+17	4
	21 j.		−14°,1	+12°,1	
		Mai 1895.	0,00.		
24- 3	8	1,2	−26		37
26- 3	6	2,2		+12	100
3	1	3,0	−12		2
1- 3	3	4,7	−11		25
2-14	8	8,6	−13		154
9-11	2	10,2	−12		2
11	1	12,4		+20	1
10-13	3	12,7		+ 9	14
10	1	13,0	− 9		1
9-14	4	13,4	−11		5
		Mai 1895	0,00 (suite).		
9-10	2	14,5		+12	6
14-16	2	17,0	− 7		3
14	1	17,2		+ 4	2
13-17	4	18,1	−17		41
14-24	6	19,4		+15	177
20-25	4	20,3		+ 9	94
24-27	3	23,5		+10	25
20-24	3	23,8	−12		15
17-30	9	23,8		+21	722
20-28	6	24,1	−19		27
20-30	8	25,1		+ 2	120
20-30	8	25,5	−23		225
24- 1	7	28,7		+15	101
24-30	6	29,0		+ 5	15
1	1	31,1	−15		34
	19 j.		−14°,4	+11°,2	
		Juin 1895.	0,00.		
27- 1	5	1,0	− 6		31
27	1	2,2		+33	13
30-10	5	4,3	−10		80
1- 8	3	6,2		+16	110
8	1	7,6		+16	3
4- 8	3	7,8	− 9		33
4-14	7	9,1	−17		126
8-13	4	11,0		+19	10
7-17	8	11,9	−13		589
13-15	2	15,7	− 5		10
10-22	10	16,3		+10	538
13-25	10	19,4		+20	115
21	1	19,7	−18		2
21-22	2	20,0		+ 7	2
15-26	9	22,0	−24		40
21	1	22,4	− 5		2
24-26	3	22,8	−15		9
18-29	10	23,8		+15	242
26- 1	5	25,1		+19	74
25- 4	8	28,8	−10		75
24- 9	6	29,2		+11	57
24- 2	8	30,1	−10		32
	20 j.		−11°,8	+16°,6	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.		
Avril......	»	»	2	9	2	13	16	7	7	2	»	»	29	1904
Mai.......	»	»	2	9	2	13	12	6	5	1	»	»	25	1948
Juin.......	»	»	1	4	7	12	10	2	7	»	1	»	22	2193
Totaux..	»	»	5	22	11	38	15	19	3	1	»	»	76	6045

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.		
Avril.......	»	1	4	9	5	19	19	6	10	3	»	»	38	52,3
Mai........	»	1	5	8	3	17	18	5	9	3	1	»	35	44,1
Juin........	»	1	2	10	5	18	17	4	8	3	1	1	35	50,5
Totaux...	»	3	11	27	13	54	54	15	27	9	2	1	108	146,9

» Leur comparaison à ceux du trimestre précédent conduit aux remarques suivantes :

» Le nombre des jours d'observation a été plus élevé de 17 (60 au lieu de 43).

» *Taches.* — Le total des groupes est le même (76), leur nombre est égal pour les deux hémisphères, soit 38, alors que nous en avions noté 41 au sud et 35 au nord dans le premier trimestre.

» L'étendue et la répartition des taches à la surface du disque ont présenté des fluctuations remarquables que l'examen du Tableau I fait ressortir; il y a eu un minimum très marqué au milieu du mois de mai.

» Le maximum secondaire du mois de mars ne s'est pas continué, et il y en a eu un autre, plus faible, en juin.

» Il y a eu quatre groupes *visibles à l'œil nu,* qui sont les suivants du Tableau I : $\lambda 26,5$ à $+23°$; mai $\lambda 23,8$ à $+21°$; juin $\lambda 11,9$ à $-13°$ et $\lambda 16,3$ à $+10°$. Soit un au sud et trois au nord; le premier trimestre en avait fourni trois, un au sud et deux au nord. Enfin, au total trimestriel, on constate que la somme des surfaces des taches continue à diminuer : de 6244 millionièmes on est arrivé à 6045.

» Il n'y a eu encore aucun jour sans taches.

» *Régions d'activité.* — Les groupes de facules n'ont pas présenté de variations sensibles; leur nombre est le même (108) et leur étendue totale est sensiblement égale dans les 1er et 2e trimestres (148,9 et 146,9). »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi du poinçonnage et du cisaillement comme méthodes d'essai des métaux*. Note de MM. **L. Baclé** et **Ch. Fremont**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Il a été démontré, dans deux Notes précédemment communiquées à l'Académie, le 10 décembre 1894 et le 24 juin 1895, qu'il était possible d'obtenir l'inscription continue et détaillée des différentes phases du travail du poinçonnage ou du cisaillement dans les diagrammes tracés au moyen de l'élasticimètre décrit dans les Notes susvisées, tel qu'il est représenté (*fig*. 1).

» Il semble donc possible de profiter de ces opérations, qui se rencontrent si fréquemment au cours de l'utilisation industrielle des métaux, pour relever en même temps ces diagrammes et rechercher s'il est possible d'en dégager, touchant les propriétés diverses du métal ainsi traité, des indications caractéristiques qu'on obtiendra dès lors sans aucune préparation d'éprouvettes spéciales, dans des conditions de rapidité, d'économie certainement supérieures et dans des conditions d'exactitude peut-être comparables à celles que peut donner l'essai habituel à la traction.

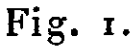
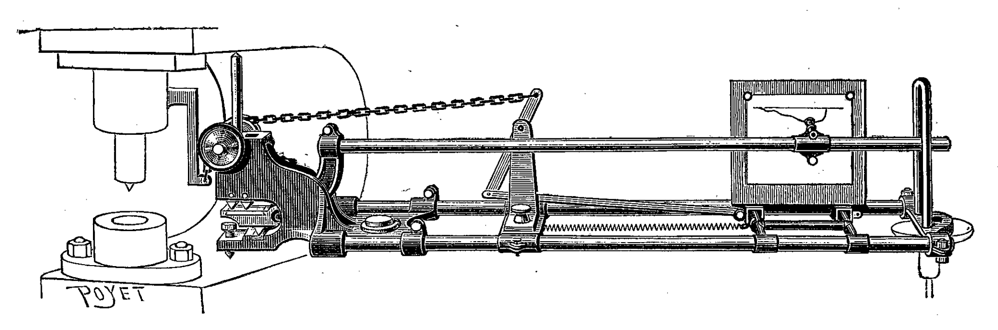


Fig. 1.



Élasticimètre enregistrant le diagramme du travail dans le poinçonnage et le cisaillement des métaux.

» Nous nous sommes attachés à cet effet à déterminer avec certitude, par des observations poursuivies dans les conditions d'expérience les plus variées, l'interprétation à donner aux divers éléments caractéristiques des diagrammes de poinçonnage et de cisaillement.

» Nous avons opéré sur des métaux de nuances de dureté aussi différentes que possible, représentant toute l'étendue de l'échelle des résis-

tances, depuis le cuivre rouge cédant à un effort de 20^{kg} par millimètre carré jusqu'à l'acier dur supportant sans rupture une charge de 95^{kg}.

» En étudiant un échantillon de chacune de ces nuances, nous avons toujours obtenu un diagramme bien déterminé et qui s'est constamment reproduit avec une fidélité invariable lorsque nous avons renouvelé l'expérience en des points divers de la même barre, ou même en opérant sur des machines-outils différentes.

» Nous sommes donc fondés à penser que ce diagramme doit être considéré comme caractérisant bien la nuance étudiée et comme possédant, par conséquent, des éléments qui permettent de définir la résistance qu'elle présente.

» Or, ces éléments ne peuvent pas être cherchés, comme on l'a pensé autrefois, dans le relevé pur et simple de la surface du diagramme donnant cependant la valeur du travail dépensé; car, pour le poinçonnage, par exemple, ce diagramme renferme une partie correspondant au travail d'expulsion de la débouchure, qui est indépendante par conséquent de l'opération proprement dite et qu'on ne peut pas cependant distraire avec exactitude.

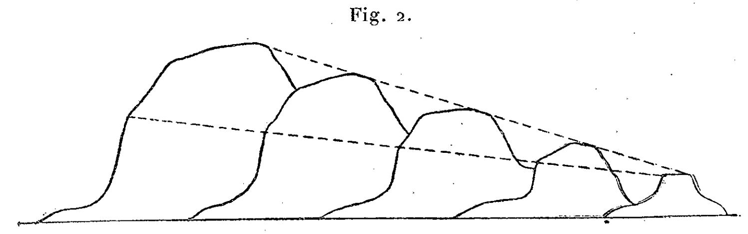
» Nous avons observé, au contraire, que l'ordonnée maximum du diagramme fournit une indication rigoureusement proportionnelle à la valeur de l'effort développé, ce qui se comprend d'ailleurs immédiatement, puisqu'elle enregistre la déformation élastique qu'a subie le col de cygne de la machine employée, poinçonneuse ou cisaille, pour fournir cet effort.

» Nous avons pu montrer, en effet, que tout d'abord l'ordonnée obtenue est bien proportionnelle à l'épaisseur de la section à trancher, comme c'est le cas pour l'effort lui-même. Nous avons fait raboter à cet effet les barres étudiées pour obtenir à la fois les épaisseurs de 5^{mm}, 10^{mm}, 15^{mm}, 20^{mm}, 25^{mm}; puis, nous avons effectué les expériences de poinçonnage et de cisaillement sur les différentes barres pour chacune de ces épaisseurs. Le diagramme a donné chaque fois une ordonnée proportionnelle à celle-ci, comme on peut le voir sur la *fig.* 2, qui représente, à titre d'exemple, les diagrammes obtenus sur une même barre en métal demi-dur, rabotée aux diverses épaisseurs indiquées.

» Si, pour une même épaisseur donnée, nous comparons maintenant les diagrammes obtenus sur l'ensemble des barres préparées, comme il a été indiqué, avec des métaux de nuances de dureté différentes, nous pouvons constater que l'ordonnée maxima correspondant à chacune de ces barres est toujours bien proportionnelle à la charge de rupture déterminée d'autre part par l'essai de traction habituel.

» Nous avons même pu vérifier ce fait en mesurant numériquement, dans certaines expériences de poinçonnage, l'effort développé par la machine employée, et en le rapprochant de la charge de rupture à l'essai à la traction, et nous avons pu constater entre les deux un rapport qui se maintient

Fig. 2.



Diagrammes obtenus en poinçonnant successivement une barre d'acier demi-dur, rabotée aux épaisseurs de 25, 20, 15, 10, 5 millimètres.

sensiblement constant pour toutes les nuances de dureté considérées et qui est toujours voisin de 0,70, la charge de rupture par poinçonnage atteignant ainsi les $\frac{7}{10}$ de la rupture par traction calculée pour une surface égale à celle de la section tranchée.

» Il nous paraît donc établi par ces expériences que l'ordonnée maximum du diagramme de poinçonnage fournit sur la résistance du métal un renseignement aussi précis que pourrait le donner l'essai à la traction.

» Il faut ajouter que les autres éléments du diagramme apportent de leur côté des indications non moins caractéristiques sur les propriétés de malléabilité du métal étudié; il permettent ainsi d'en apprécier la nature d'une façon aussi complète que peut le faire le diagramme de l'essai à la traction.

» La *fig.* 3 représente le type du diagramme de poinçonnage.

Fig. 3.

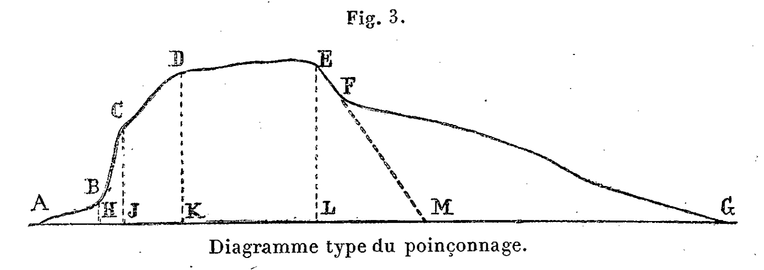


Diagramme type du poinçonnage.

» Dans ce diagramme la dureté du métal est accusée par l'inclinaison initiale de la courbe à l'origine de l'effort; le tracé s'élève, en effet, d'une façon d'autant plus brusque, et en se rapprochant mieux de la verticale, que le métal présente plus de raideur; plus loin, dans la partie CD, les valeurs simultanées que prennent l'ordonnée et l'abscisse à la suite de

cette période préliminaire, au moment où se produit le changement d'inclinaison, fournissent par leur concours une indication précise de la malléabilité du métal et définissent, en un certain sens, la période élastique de l'opération étudiée, car elles figurent exactement les déformations qu'il est susceptible d'éprouver ainsi que l'intensité de l'effort qui les provoque avant l'apparition des déchirures élémentaires.

» Si l'on considère ensuite la région de la courbe DE qui s'étend jusqu'à l'ordonnée maximum correspondant à l'effort de rupture total, on y voit la représentation de cette période de déchirures élémentaires qui, dans le diagramme de traction, apparaît aussitôt que la limite élastique est dépassée.

» L'allongement qu'éprouve le métal au cours de cette période est figuré par l'écartement des deux ordonnées DK et EL qui la limitent, le métal étant évidemment d'autant plus ductile que cet écartement représente une proportion plus élevée de l'épaisseur totale de la section tranchée.

» Dans cette partie du diagramme, les métaux les plus ductiles donnent toujours une abscisse supérieure à celle des métaux durs; l'allongement dans le poinçonnage fournit donc à cet égard une donnée aussi précise que l'allongement dans la traction.

» La même observation s'applique encore à la mesure de la striction qui se retrouve aussi dans le diagramme de poinçonnage, à condition de prolonger jusqu'à la ligne des abscisses la tangente à la courbe menée au point sommet de l'ordonnée maximum, de façon à distraire toute la partie située au delà de cette tangente, laquelle correspond seulement au travail d'expulsion de la débouchure.

» Le triangle LEM ainsi déterminé, entre l'ordonnée maximum EL et la ligne des abscisses, varie avec la striction et s'accroît en même temps qu'elle; il peut donc en fournir une mesure indirecte, présentant même, à certains égards, une valeur comparable à celle qui se déduit de l'essai de traction. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un dynamomètre de puissance spécialement applicable aux études physiologiques.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Sarrau.

« Tandis que la force est indépendante de la nature de la résistance sur laquelle elle s'exerce, le travail accompli dépend, au contraire, de la nature de cette résistance. Deux ressorts d'élasticité différente, soumis à une

même force, indiqueront le même nombre de kilogrammes, mais n'indiqueront pas le même travail. De même, la puissance d'un moteur, c'est-à-dire le quotient du travail constant $\mathfrak{T}$ par le temps t employé à l'exécuter, varie avec la nature des intermédiaires qui relient les forces motrices aux forces résistantes. Chez l'être vivant, le travail est variable à chaque instant; croissant pendant le *démarrage*, il présente une courte période de constance relative, puis une période plus ou moins longue de décroissance. Ce qui caractérise donc ces moteurs, c'est la puissance à chaque instant, c'est-à-dire le quotient différentiel $\frac{d\mathfrak{T}}{dt}$ que l'on peut mettre sous la forme du produit fv, f étant la force, v la vitesse. Ces puissances instantanées varient naturellement aussi suivant la nature des résistances; mais, si ces puissances sont définies pour des résistances d'une certaine nature, il est toujours possible de calculer, au moyen d'un coefficient fixé par l'expérience, les résistances d'une autre espèce que ces puissances parviendront à vaincre; en attendant, avec un même appareil, on pourra toujours obtenir des rapports exacts, comparer les puissances instantanées des divers moteurs ou du même moteur aux différents temps : point essentiel en Mécanique physiologique et qui, pourtant, n'a jamais été abordé.

» Le dynamomètre de puissance que M. R. Mathieu a construit sur mes indications est essentiellement, comme toujours, un ressort de forme elliptique qu'il s'agit de déformer; il indique, par une double échelle en grammètres, le travail de pression et le travail de traction et marque le temps à $\frac{1}{20}$ de seconde près. Au moment où l'effort commence, à la moindre déformation du ressort, un mouvement d'horlogerie, exécuté par MM. Chateau, se déclenche et entraîne une aiguille; au moment où l'effort cesse de s'accroître, le mouvement d'horlogerie s'arrête en même temps que l'aiguille.

» La théorie de l'instrument est facile. En vertu du principe des forces vives, la somme du travail moteur des muscles et du travail résistant du ressort est égale à la demi-différence de la force vive au début et à la fin de la pression

$$\Sigma\mathfrak{T} = \tfrac{1}{2}mv^2 - \tfrac{1}{2}mv_0^2.$$

» A la fin de la pression, $\frac{1}{2}mv^2$ est nulle, mais non $\frac{1}{2}mv_0^2$, car au début on imprime au ressort une certaine vitesse v_0; le travail moteur est donc plus petit que le travail résistant. Toutefois, comme cette vitesse est très faible, on est en droit de la considérer comme négligeable et de poser

$$\mathfrak{T}_m = \mathfrak{T}_r.$$

» Évaluons $\mathfrak{T}_r$. En appelant x_0, x les valeurs du petit axe du ressort elliptique avant et après la déformation et k^2 la constante d'élasticité, on a

$$(1) \qquad \mathfrak{T}_r = \int_x^{x_0} \mathrm{K}^2(x_0 - x)\,dx = \mathrm{K}^2\frac{(x_0 - x)^2}{2}.$$

Mais on a, en appelant P le poids qui, déposé sur ce ressort, produirait la même déformation

$$P = K^2(x_0 - x); \tag{2}$$

d'où, en éliminant K^2 entre ces deux équations,

$$\mathfrak{T}_m = P\frac{(x_0 - x)}{2}. \tag{3}$$

C'est la formule qui a servi à graduer l'appareil.

» En remplaçant dans (3) la déformation $x_0 - x$ par sa valeur tirée de (2), on arrive à une nouvelle expression du travail

$$\mathfrak{T} = \frac{P^2}{2K^2}, \tag{4}$$

qui montre que les travaux sont proportionnels aux carrés des pressions qui produisent la même déformation; ainsi, par exemple, la femme qui, d'après Manouvrier, exerce en moyenne avec les mains une pression égale aux 0,57 de celle de l'homme, n'est guère capable que du tiers de travail (0,325); etc.

» Je me suis occupé des puissances instantanées des muscles fléchisseurs de la main et des muscles des reins, seulement dans la période du démarrage. Les courbes de démarrage suffisent, d'ailleurs, comme on le verra, à définir le sujet. Pour cela je cherche d'abord comment varient, dans les deux cas, avec les temps mis à les accomplir, les travaux maxima. J'ai soin de laisser entre deux efforts consécutifs un intervalle de quelques minutes; autrement les rapports des efforts successifs au premier effort influent sur l'énergie des efforts, conformément à une loi qui a pu être précisée dans une précédente Communication (22 juin 1891) grâce à mes *haltères dynamogènes*. Je me suis assuré par la comparaison avec des courbes tracées par les dynamographes que ces travaux terminés au bout de temps différents ne diffèrent pas sensiblement des travaux exécutés à ces mêmes instants dans le cas d'un travail soutenu plus longtemps. Je puis donc faire passer une courbe à travers des points marquant les travaux observés à des temps différents.

» Si l'on appelle $\mathfrak{T}$ le travail accompli au bout du temps t, $\mathfrak{T}_n$ le travail maximum exécuté au bout du temps t_n, les expériences sont très bien représentées par la formule

$$\frac{\mathfrak{T}}{\mathfrak{T}_n} = 1 - \left(1 - \frac{t}{t_n}\right)^i, \tag{5}$$

dans laquelle les travaux sont comptés en grammètres et les temps en dixièmes de seconde, i oscillant entre les valeurs 4 et 8 suivant les sujets et les masses musculaires

considérés. Les valeurs de $\mathcal{E}$, s'il s'agit de soulever avec la même chaîne et avec la même poignée des kilogrammes, doivent être multipliées par un coefficient que l'expérience fixe, pour la main, à 36 et, pour les reins, à 200.

» Pour avoir l'équation de la courbe des puissances instantanées $\mathcal{P}$ aux différents instants, il suffit de prendre la dérivée de l'équation (5), c'est-à-dire qu'on a

$$\mathcal{P} = \frac{\mathcal{E}_n i}{t_n}\left(1 - \frac{t}{t_n}\right)^{i-1};$$

ou, en appelant α l'angle que fait, à l'origine, la courbe des travaux portés en ordonnées avec l'axe des temps marqués en abscisses et $\mathcal{P}'$ les puissances avec la seconde pour unité,

$$(6) \qquad \mathcal{P}' = tg\,\alpha\left(1 - \frac{t}{t_n}\right)^{i-1} 10.$$

» C'est ainsi que je trouve, par exemple, que la puissance instantanée des muscles fléchisseurs de ma main droite est au début de $3^{\text{kgm}},5$ à la seconde; ce nombre tombe, au bout du $\frac{1}{3}$ de la durée du démarrage, à $\frac{1}{4}$ de sa valeur et au bout des $\frac{2}{3}$ de cette durée à $\frac{1}{33}$ de cette valeur.

» La courbe de ces puissances instantanées est caractéristique de chaque sujet et de chaque masse musculaire. Quand ces puissances au démarrage décroissent très vite en tombant de très haut, il y a, *en général*, constance relative de l'effort maximum et décroissance relativement lente de l'effort avec le temps. On peut démontrer expérimentalement cette relation entre les trois phases du moteur sur ses propres courbes, en absorbant un excitant neuro-musculaire comme les mélanges de caféine et de théobromine du Dr Gustave Le Bon; les puissances instantanées du démarrage suffisent donc à caractériser un moteur vivant. »

CHIMIE. — *Sur l'origine de l'oxygène atmosphérique.* Note de M. **T.-L. Phipson.**

« Depuis la publication de ma première Note sur cette question (*Comptes rendus,* 7 août 1893) j'ai fait un certain nombre d'observations nouvelles dont je désire avoir l'honneur de placer les résultats devant l'Académie.

» Dans ma première Note j'ai admis que l'atmosphère primitive de la Terre était composée principalement d'azote, gaz qui n'a que peu de tendance à se combiner avec les autres corps, tandis que l'action volcanique fournissait de l'acide carbonique aux terres, aux eaux, et à l'atmosphère.

» C'est dans cette atmosphère d'azote, d'acide carbonique et de vapeur d'eau, que les plantes primitives ont versé du gaz oxygène, et la quantité

relative d'oxygène a augmenté continuellement et graduellement depuis la première apparition de la vie végétale.

» Mes expériences faites avec un assez grand nombre de nos plantes actuelles, végétant dans une atmosphère primitive artificielle, m'ont démontré que les plantes de nos jours sont essentiellement *anaérobiques*, c'est-à-dire qu'elles peuvent exister *sans oxygène libre*. Ainsi le *Convolvulus arvensis*, par exemple, végétant pendant plus de trois mois dans une atmosphère formée d'azote humide avec une certaine quantité d'acide carbonique, finit par convertir cette atmosphère en air oxygéné tel que nous le connaissons aujourd'hui; et si l'expérience est continuée assez longtemps, l'air dans mes cloches graduées devient plus riche en oxygène que l'air atmosphérique de nos jours.

» Les premières plantes qui ont paru à la surface, et dans les eaux de la Terre, étaient les plus inférieures. Or, mes expériences m'ont démontré que ce sont précisément ces plantes inférieures, ces *Protococcus*, *Conferva*, *Ulva*, etc., qui, poids pour poids, dégagent beaucoup plus d'oxygène, dans un temps donné, que les plantes supérieures. Dans une expérience, par exemple, j'ai trouvé que les algues unicellulaires donnent au moins cinquante fois plus d'oxygène que le *Polygonum aviculare*.

» Il est facile de concevoir qu'à mesure que la *cellule anaérobique* des plantes primitives se trouva graduellement plongée dans une atmosphère de plus en plus riche en oxygène, cette cellule a dû se modifier, peu à peu, à la suite des siècles de manière que finalement la *cellule aérobique* a paru, cellule qui verse de l'acide carbonique au lieu d'oxygène dans l'atmosphère. C'est ainsi que je m'explique l'apparition lente et graduelle de la vie animale.

» Mes recherches sur ce sujet ont paru dans le *Chemical News*, de Londres, pendant les années 1893 et 1894 (4 Volumes); ici je ne peux que donner une légère esquisse de la théorie nouvelle de l'atmosphère à laquelle ces observations m'ont conduit. Ces publications ont eu pour objet de démontrer ce qui suit :

» 1° Que dans les périodes géologiques les plus éloignées l'azote formait, comme aujourd'hui, la partie principale de l'atmosphère de la Terre;

» 2° Que la présence de l'oxygène libre dans cette atmosphère est entièrement due à la végétation; que les plantes primitives étaient le moyen dont la nature s'est servie pour fournir ce gaz à l'air;

» 3° Que les plantes de nos jours, comme étaient celles des plus anciennes époques géologiques, sont essentiellement *anaérobiques*;

» 4° Qu'à mesure que la quantité d'oxygène libre dans l'atmosphère a graduellement augmenté dans la suite des siècles, la cellule anaérobique a dû se modifier, pour devenir plus ou moins *aérobique* (champignons, ferments, bactéries) et finalement complètement aérobique (vie animale);

» 5° Que de nos jours encore, les algues unicellulaires les plus inférieures donnent, poids pour poids, beaucoup plus d'oxygène à l'atmosphère que les plantes supérieures;

» 6° Qu'à mesure que la quantité relative du gaz oxygène libre dans l'atmosphère a augmenté lentement et graduellement à travers les longues époques géologiques, le système nerveux cérébro-spinal, la plus haute caractéristique de l'animalité, s'est développé de plus en plus, ainsi que les études paléontologiques nous le démontrent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse du méthyleugénol. Constitution de l'eugénol.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. H. Moissan.

« On représente l'eugénol par la formule de constitution

$$C^6H^3 \begin{cases} CH^2 - CH = CH^2\,(1) \\ O\,CH^3\,(3) \\ OH\,(4) \end{cases},$$

qui fait de ce composé un allylgaïacol. La position relative des trois groupements latéraux n'est pas douteuse; on fabrique aujourd'hui, en effet, en partant de l'eugénol, de grandes quantités de vanilline $C^6H^3 \begin{cases} CHO\,(1) \\ OCH^3(3) \\ OH\,(4) \end{cases}$, opération relativement longue et compliquée, mais qui revient, en définitive, à transformer en groupement aldéhydique (CHO) la chaîne latérale hydrocarbonée (C^3H^5). Quant à celle-ci, c'est par exclusion que la forme allylique ($-CH^2-CH=CH^2$) lui a été attribuée, la forme propénylique ($-CH=CH-CH^3$) appartenant à l'isoeugénol $C^6H^3 \begin{cases} CH=CH-CH^3\,(1) \\ O\,CH^3\,(3) \\ OH\,(4) \end{cases}$, isomère de l'eugénol, dont la constitution a été nettement établie par les travaux de MM. Tiemann et Kraaz [1].

[1] *Berichte*, t. XV, p. 2063.

» Je me suis proposé, étant donnée l'importance actuelle de l'eugénol, d'établir sa constitution par synthèse directe. Après un grand nombre d'essais infructueux très variés, je suis parvenu à fixer le radical allyle ($-CH^2-CH=CH^2$) sur l'éther diméthylique de la pyrocatéchine ou vératrol $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3(3)\\OCH^3(4)\end{array}\right.$; j'ai montré ensuite que l'allylvératrol obtenu était identique avec l'éther méthylique de l'eugénol (méthyleugénol), dont la synthèse se trouve ainsi réalisée. La constitution de l'eugénol en découle immédiatement : ce phénol est un allylgaïacol.

» Le procédé consiste à faire réagir l'iodure d'allyle $ICH^2-CH=CH^2$ sur le vératrol en présence de poudre de zinc, qui provoque l'élimination de HI; ce dernier, au lieu de se dégager, déméthyle une partie du vératrol en donnant de l'iodure de méthyle, du gaïacol et de la pyrocatéchine. Voici le mode opératoire :

» On chauffe au réfrigérant à reflux 92gr (2 mol.) de vératrol avec 56gr (1 mol.) d'iodure d'allyle, en présence d'une petite quantité de poudre de zinc (0gr,50 à 1gr). Au bout d'une demi-heure environ, l'odeur caractéristique d'iodure d'allyle a complètement disparu, faisant place à celle d'iodure de méthyle; la réaction est alors terminée. On distille aussitôt, et l'on recueille, entre 42° et 48°, 30gr environ d'iodure de méthyle. Le résidu, additionné de soude étendue jusqu'à réaction franchement alcaline, est soumis à l'action d'un courant de vapeur d'eau. La soude retient le gaïacol, qu'il est facile d'isoler à son tour par la vapeur d'eau après avoir acidulé la liqueur par HCl, et la pyrocatéchine, qu'on caractérise aisément dans la solution acide. L'huile neutre, insoluble dans la soude, que la vapeur d'eau a entraînée, est constituée par un mélange de vératrol en excès et de méthyleugénol. On réunit les divers produits provenant de quatre ou cinq opérations. Une série de distillations fractionnées, effectuées de 3° en 3°, les sépare nettement en deux portions : la première (200°-210°) est formée de vératrol presque pur (le vératrol bout à 205°); la deuxième (245°-249°) n'est autre chose que du méthyleugénol (le méthyleugénol naturel bout à 247°-249°), comme le montrent clairement les analyses et réactions suivantes :

» 1° Combustion.

	Carbone pour 100.	H pour 100.
Trouvé	73,47	7,86
»	73,54	7,94
Calculé	74,15	7,86

» 2° Le corps absorbe énergiquement le brome, de même que le produit naturel;

» 3° Oxydé par le permanganate de potasse, il fournit, comme le méthyleugénol naturel, un acide fusible à 179° et sublimable, l'acide mé-

thylvanillique ou vératrique $C^6H^3 \begin{cases} CO^2H\ (1) \\ OCH^3\ (3) \\ OH\ (4) \end{cases}$, ce qui fixe en position (1) la place de la chaîne latérale [Analyse du sel d'argent : Ag pour 100, trouvé 36,92; calculé 37,27];

» 4° Chauffé avec de la potasse alcoolique pendant vingt-quatre heures, il se transforme, comme le méthyleugénol naturel (Ciamician), en son isomère propénylique à point d'ébullition plus élevé, l'isométhyleugénol ($-CH=CH-CH^3$). L'expérience, effectuée comparativement avec le produit naturel et le produit synthétique, a donné, comme élévation du point d'ébullition, dans le premier cas 14° (de 247°-249° à 261°-263°), et dans le second cas également 14° (de 244°-249° à 258°-263°);

» 5° Enfin, l'isométhyleugénol synthétique, oxydé par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique, a fourni un mélange de méthylvanilline fusible à 42°-44° et d'acide méthylvanillique fusible à 179°. Les résultats sont identiques quand on opère avec le méthylisoeugénol préparé avec l'eugénol naturel.

» La méthode que je viens de décrire est susceptible de généralisation. J'ai l'intention de l'appliquer à la synthèse de quelques autres produits naturels, tels que le safrol, l'anéthol, l'estragol, qui, comme l'eugénol, possèdent dans leur molécule une chaîne latérale non saturée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les cholestérines des Cryptogames*. Note de M. **E. Gérard**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une première Note (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1544), j'ai démontré que toutes les cholestérines retirées de certaines familles de végétaux cryptogamiques appartenaient, par leurs propriétés bien spéciales, au groupe de l'*ergostérine* de M. Tanret, et qu'elles étaient bien différentes de celles qui provenaient des phanérogames.

» Je me propose maintenant d'étudier les cholestérines d'autres végétaux inférieurs, tels que la levure de bière (Ascomycètes), le *Mucor mucedo* (Oomycètes) et le lichen pulmonaire (Lichens). De plus, j'indiquerai d'autres réactions qui serviront, avec celles que M. Tanret a primitivement signalées, à la différenciation des cholestérines appartenant au groupe de l'*ergostérine*.

» I. *Cholestérine de la levure de bière*. — L'extraction de la cholestérine de

la levure de bière n'est possible qu'autant que l'on opère sur une très grande quantité de produit. Les opérations ont porté sur 30^{kg} environ d'une levure renfermant 70 à 75 pour 100 d'eau. La dessiccation, pour être totale, nécessite un long séjour à l'étuve et, sous cette action prolongée de la chaleur, on n'obtient que des traces d'une cholestérine impure et colorée : nous verrons du reste que ce principe immédiat, chauffé à 100°, s'altère rapidement à l'air.

» Aussi ai-je préféré, en raison des proportions de matière employée, délayer la levure de bière humide dans une grande quantité d'alcool à 96°. On essore, le résidu alcoolique se dessèche ensuite rapidement entre 40° et 50°, et l'on épuise le produit pulvérisé par de l'éther sec. Quant à la solution alcoolique étendue d'eau par suite de la déshydratation de la levure, on la distille; la solution aqueuse restant est agitée avec de l'éther. Par évaporation de ces solutions éthérées, on obtient un résidu qui, purifié par l'éther de pétrole, donne une matière grasse, brun rougeâtre, semi-liquide, en partie formée par des acides libres.

» Pour isoler la cholestérine, la graisse est saponifiée, le savon obtenu est dissous dans l'eau, et l'on agite avec une grande quantité d'éther. Par évaporation de la liqueur éthérée, il reste un produit cristallin que l'on redissout dans de l'alcool à 94° bouillant. Une substance huileuse, azotée se dépose tout d'abord; elle est insoluble dans l'eau, très peu soluble dans l'alcool, soluble dans le chloroforme, le sulfure de carbone et la benzine; elle ne se saponifie pas. La solution alcoolique bouillante privée de cette matière huileuse donne des cristaux de cholestérine fondant, après plusieurs cristallisations, à 135°-136°. Son pouvoir rotatoire est de $\alpha_D = -105°$. Comme l'ergostérine, elle s'altère lentement à l'air à la température ordinaire et rapidement à 100°, en se colorant en jaune, puis en brun.

» Cette cholestérine présente toutes les réactions différentielles qui caractérisent nettement l'ergotisme et les cholestérines des cryptogames, que j'ai déjà étudiées (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1544).

» II. *Cholestérine du* Mucor mucedo. — Après plusieurs essais, je suis arrivé à pouvoir cultiver facilement cette moisissure sur un liquide nutritif composé de : eau, 1500^{gr}; lactose, 100^{gr}; azotate de potasse, 1^{gr}; phosphate de soude, 1^{gr}; sulfate d'ammoniaque, $0^{gr},50$; carbonate de magnésie, $0^{gr},50$.

» Pour pouvoir rechercher la cholestérine, on a dû recueillir une assez grande quantité de ce champignon : aussi les études ont-elles été faites continuellement pendant trois mois. Tous les thalles récoltés ont été épui-

sés par l'alcool bouillant. Le résidu provenant de ces liqueurs alcooliques est constitué par de la matière grasse, de la cholestérine et d'autres produits. La cholestérine a été séparée par des traitements identiques à ceux qui ont été employés pour la cholestérine de la levure de bière.

» La proportion infinitésimale de cette substance, que j'ai pu isoler, ne m'a pas permis de déterminer ses constantes physiques.

» Toutefois, ce principe si rare cristallise en petites lamelles et donne les mêmes réactions que l'ergostérine de M. Tanret.

» III. *Cholestérine du lichen pulmonaire* (*Lobaria pulmonacea*). — De l'extrait alcoolique de lichen pulmonaire a été traité par de l'éther sec. Le produit de l'évaporation de la liqueur éthérée a été repris par de l'éther de pétrole qui, après distillation, a donné une graisse verdâtre semi-liquide, dans laquelle j'ai recherché la cholestérine.

» On a isolé une très petite quantité d'une substance cristallisant dans l'éther en petites aiguilles et dans l'alcool en lames rectangulaires présentant les réactions de l'*ergostérine*.

» Doit-on s'étonner de rencontrer dans le lichen une cholestérine ayant des analogies avec celles que nous avons retirées jusqu'ici des diverses classes de Champignons? Il suffit, pour expliquer ce résultat, de se rappeler que le thalle d'un lichen se compose de deux éléments intimement associés, savoir : 1° le thalle incolore d'un champignon; 2° le thalle pourvu de chlorophylle d'une algue qui peut appartenir à plusieurs familles différentes. Dans cette association, le Champignon est presque toujours prédominant.

» Le résultat trouvé rentre donc dans la règle générale que j'essaye de poser, à savoir que toutes les cholestérines, y compris celles que j'ai déjà étudiées dans des Notes antérieures, provenant de diverses familles des Cryptogames (Basidiomycètes, Myxomycètes, Ascomycètes, Oomycètes et Lichens), sont des principes bien distincts de la cholestérine animale et de la phytostérine (cholestérine des végétaux supérieurs). Elles se rapprochent, par leurs propriétés particulières, de l'*ergostérine* de M. Tanret; quelques-unes sont même complètement identiques à cette dernière (1).

» C'est ce qui me conduit à dire que les cholestérines existant dans les végétaux inférieurs appartiennent toutes à un groupe bien spécial : groupe de l'ergostérine.

» IV. *Autres réactions servant à la différenciation des cholestérines appar-*

---

(1) *Journal de Pharm. et de Chim.*, [5], t. XXI, p. 408.

tenant au groupe de l'ergostérine. — 1° La cholestérine animale traitée par l'acide sulfurique concentré donne une coloration jaunâtre; le mélange étendu d'eau donne un précipité blanc.

» Au contraire, les produits du groupe de l'ergostérine se colorent en rouge par l'acide sulfurique et l'addition d'eau amène un précipité vert.

» 2° Si l'on ajoute à une solution de cholestérine animale dans le tétrachlorure de carbone de l'acide sulfurique de densité 1,76, on obtient une coloration jaune clair qui, en présence de l'eau, devient blanc laiteux. Par le repos, le tétrachlorure séparé est incolore.

» L'ergostérine et les cholestérines analogues traités dans les mêmes conditions se colorent en rouge sang et le tétrachlorure se dépose avec une belle coloration verte. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la diffusion de la pectase dans le règne végétal et sur la préparation de cette diastase.* Note de MM. **G. Bertrand** et **A. Mallèvre**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Nous avons montré [1] que la fermentation pectique consiste dans la transformation de la pectine soluble dans l'eau en une gelée de pectate de calcium. Cette transformation est provoquée par la pectase, ferment soluble découvert par Fremy.

» Au cours de nos recherches, nous avions seulement utilisé comme source de pectase les matériaux signalés par Fremy, c'est-à-dire le suc cellulaire de deux racines (carotte, betterave) et de quelques fruits (pommes, poires, etc.). La recherche de ce ferment dans d'autres organes végétaux nous a paru digne d'intérêt; elle nous a permis d'ailleurs, comme on le verra bientôt, d'isoler la pectase, ce qu'on n'avait pu faire jusqu'ici.

» Nous avons reconnu tout d'abord que la pectase est très répandue dans le règne végétal. Nous l'avons recherchée dans quarante espèces bien différentes de plantes à chorophylle, dont cinq appartiennent au groupe des Cryptogames : *Pteris aquilina, Marchantia polymorpha, Azolea caroliniana, Chara fragilis, Spirogyra.* La présence de la pectase dans *Thuya occidentalis* a été rendue douteuse par la viscosité du suc cellulaire, mais dans toutes les autres plantes examinées, à l'exception de *Pinus Laricio*, nous l'avons mise sûrement en évidence. Encore cette exception unique

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 1012, et t. CXX, p. 110.

n'est peut-être due qu'à une extrême pauvreté du suc cellulaire en ferment.

» La pectase peut se rencontrer dans tous les organes : les racines et les tiges, les feuilles, les fleurs et les fruits. Nous avons évalué comparativement l'activité de la pectase dans des sucs cellulaires d'origines diverses. Pour cela nous ajoutions à ces sucs leur volume d'une solution aqueuse de pectine à 2 pour 100 et nous notions le temps nécessaire à la prise en gelée des mélanges. Voici quelques-uns des résultats obtenus :

Tomate (fruit mûr)	48 heures.
Vigne (fruit presque mûr)	24 »
Groseiller à grappes (fruit de la variété blanche).	15 »
Rhubarbe rhapontique (feuille)	12 »
Marchantia polymorpha (thalle)	2 heures 1/2.
Carotte (racine cultivée adulte)	2 heures.
Staphysaigre (feuille)	1 heure $\frac{1}{2}$
Ginkgo biloba (feuille)	35 minutes
Lilas, vernis du Japon (feuille)	20 »
Carotte (racine cultivée, très jeune)	15 »
Maïs (feuille)	8 »
Iris de Florence (feuille)	3 »
Pommes de terre, trêfle, luzerne, plantain, ray-grass, navet, etc. (feuille)	moins de 1 minute.

» Ces quelques exemples montrent bien que d'une espèce à l'autre l'activité du ferment pectique peut varier dans de très grandes limites. Cette activité peut même être telle que, dans certains cas, elle se manifeste presque instantanément; ceci est assez remarquable, car il est rare de voir les diastases réagir d'une façon aussi rapide, même au degré de concentration où on les trouve normalement dans les sucs organiques. Par contre, il y a d'autres cas, non mentionnés dans le Tableau (racine de betteraves, abricots, feuilles de vigne, etc.), où l'organe est si pauvre en pectase qu'il faut, pour favoriser la fermentation pectique, neutraliser exactement le mélange de suc cellulaire et de pectine et y ajouter un peu de sel de calcium, conformément aux indications que nous avons publiées antérieurement.

» L'activité du ferment pectique peut varier non seulement suivant les espèces qu'on examine, mais encore dans la même espèce suivant les organes. C'est ainsi que chez le potiron nous avons constaté la prise en gelée

du mélange à parties égales de suc cellulaire et de solution de pectine à 2 pour 100 :

Pour la tige (base)	après 20 minutes
» (sommet)	12 »
Pour le pétiole (de feuilles ayant 25^{cm} de large)	8 »
» la feuille (limbe de 25^{cm} de large)	1 »
» » (» 7^{cm} à 9^{cm} de large)	3 »
» » (» 1^{cm} à 5^{cm} »)	5 »
» la corolle (fleurs mâles)	45 »
» fruit, très jeune (diamètre $= 4^{cm}$)	30 »

» On voit par ces résultats et ceux cités plus haut que ce sont généralement les feuilles, surtout des plantes à croissance rapide, qui fournissent le suc cellulaire le plus riche en pectase. C'est donc en utilisant ces matériaux qu'on peut préparer le plus facilement le ferment pectique. Ainsi, avec la luzerne et le trèfle, la préparation de la pectase s'exécute de la manière suivante :

» La plante, récoltée en pleine période de croissance, est broyée au mortier de fer, puis exprimée fortement pour en extraire le suc. Celui-ci est aussitôt saturé de chloroforme, afin d'éviter toute altération due au développement de microrganismes, puis abandonné à lui-même, pendant douze à vingt-quatre heures, dans un flacon plein et à l'abri de la lumière. Il subit alors une coagulation spéciale et peut être aisément filtré, ce qu'on ne pouvait faire aussitôt après l'extraction. On additionne le liquide limpide de deux volumes d'alcool à 90°; on recueille le précipité blanc qui se dépose et on le délaye dans un peu d'eau. Après douze heures de macération, on jette la bouillie claire sur un filtre. Il s'écoule un liquide presque incolore, qui est reçu dans un grand excès d'alcool : la pectase se sépare de nouveau. On la recueille et on la dessèche dans le vide. On obtient ainsi, pour un litre de suc filtré, de 5^{gr} à 8^{gr} d'une substance blanche, non hygroscopique, très soluble dans l'eau et qui jouit à un haut degré du pouvoir de déterminer la fermentation pectique.

» En résumé, la pectase peut être regardée comme universellement répandue chez les plantes vertes. Elle est surtout abondante dans les feuilles et c'est probablement de là qu'elle se répand dans les autres organes. La richesse de certaines feuilles en pectase nous a même permis de réaliser, pour la première fois, la préparation de ce ferment [1]. »

---

[1] Travail du Laboratoire de Chimie organique du Muséum.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Recherches sur les Tapidées* (1). Note de M. **Piéri**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une précédente Communication sur les *Tapidées* (Séance du 7 juin 1895), M. Piéri a fait connaître les résultats de ses recherches sur *l'action du milieu extérieur dont on fait varier la composition*. Depuis, il a étudié : 1° *la résistance des Tapidées aux variations de milieu;* 2° *l'action de certaines substances toxiques sur les Tapidées*. Voici les principaux résultats de ses recherches :

» 1° *Résistance des Tapidées* (*Tapes decussata, T. pullastra et T. aurea*) *aux variations de milieu : a. Diminution de salure.* — Les Tapidées ne s'habituent pas à l'eau de mer dont la salure est diminuée de $\frac{1}{2}$ ou de $\frac{1}{3}$, même si cette diminution est obtenue progressivement et lentement.

» *Expérience.* — Les animaux intacts sont placés dans l'eau de mer dont on diminue la salure en y ajoutant, tous les jours, de l'eau douce dont on augmente progressivement la quantité ($\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$, $\frac{3}{10}$ ... pour 100).

» Durée de l'existence : 5-10 jours.

» *b. Augmentation de salure avec du chlorure de sodium.* — Les Tapidées ne s'habituent pas à l'eau de mer dont la salure est augmentée de 2 pour 100 avec le chlorure de sodium, même si cette augmentation est obtenue progressivement et lentement.

» L'augmentation de salure est mieux supportée que la diminution.

» *Expérience.* — Les animaux intacts sont placés dans l'eau de mer dont on accroît la salure en y ajoutant, tous les jours, du chlorure de sodium dont on augmente progressivement la quantité jusqu'à 2 pour 100 en plus de la teneur ordinaire de l'eau de mer ($\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ ... pour 100.)

» Durée de l'existence : 12-13 jours.

» *c. Augmentation de salure avec l'iodure et le bromure de potassium.* — Les Tapidées ne s'habituent pas à l'iodure de potassium ou au bromure de potassium, même quand on augmente, progressivement et lentement, la proportion de ces sels dans de l'eau de mer.

» *Expérience.* — Comme pour le chlorure de sodium, on augmente la quantité

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de Roscoff.

d'iodure de potassium ou de bromure de potassium jusqu'à $\frac{1}{2}$ pour 100 en plus de la teneur ordinaire de l'eau de mer ($\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$ ... pour 100.)

» Durée de l'existence : 6-10 jours.

» *Conclusion générale.* — Les Tapidées présentent une faible résistance aux variations de milieu et s'y adaptent très difficilement.

» 2° *Action de certaines substances toxiques* (créosote, laudanum, nicotine, cocaïne, cyanure de mercure).

» *a. Créosote.* — Les vapeurs de créosote déterminent un ralentissement rapide des mouvements cardiaques avec l'arrêt du cœur en systole (12 heures) et la rigidité musculaire (16-17 heures).

» Cette action est analogue à celle des essences de violette, de bergamote, de cèdre, de térébenthine ([1]), quoique moins forte.

» *b. Laudanum.* — Le laudanum, par contact direct ou en injection dans le pied, arrête momentanément le cœur; les pulsations reprennent quelques minutes après (15-25 minutes), tout en restant faibles.

» Les vapeurs de laudanum sont très peu délétères : les Tapidées y vivent plusieurs jours (6-8 jours).

» *c. Nicotine.* — 1° La nicotine pure, en contact direct avec le cœur, l'arrête immédiatement. (Action caustique.)

» 2° En solution étendue, au $\frac{1}{1000}$ ou au $\frac{1}{2000}$, elle détermine le ralentissement des pulsations cardiaques, mais elle paraît peu toxique à ce degré de solution. [Les animaux intacts y vivent plusieurs jours (5-9).]

» 3° Les vapeurs de nicotine ralentissent le cœur, mais ont une toxicité très faible. (Les animaux intacts y vivent 3-5 jours.)

» 4° Les vapeurs de nicotine sont moins délétères que celles de la créosote et que les essences de violette, de bergamote, de cèdre et de térébenthine ([1]).

» *d. Cocaïne.* — La cocaïne est un poison musculaire très puissant; elle détermine le ralentissement des pulsations cardiaques et la paralysie des muscles; son action est sensible au $\frac{1}{1000}$. (Les animaux intacts y vivent 1-2 jours.)

» *e. Cyanure de mercure.* — Le cyanure de mercure est très délétère au $\frac{1}{1000}$; il détermine le ralentissement rapide des pulsations cardiaques, puis l'arrêt du cœur en systole. Son action est sensible au $\frac{1}{30000}$. (Les animaux intacts y vivent 12-15 heures.)

([1]) Piéri, *Recherches physiologiques sur* Tapes decussata *et quelques Tapidées*, p. 139.

» *Expériences.* — Les animaux sont placés dans l'eau de mer additionnée des substances précédentes en proportion variable, ou dans les vapeurs de ces substances volatiles. Ils sont intacts ou ouverts, de manière à voir le cœur, dont on peut suivre les pulsations qui servent de réactif physiologique.

» Dans certains cas, on fait agir directement ces substances sur le cœur.

» Ces expériences ont été étendues à d'autres Lamellibranches, tels que : *Venus verrucosa*, *Artemis lincta* et *A. exoleta*, *Pectunculus glycimeris* et *Lucinopsis undata*.

» Les résultats ont été les mêmes que pour les Tapidées. »

ZOOLOGIE. — *Étude sur la reproduction des Guêpes*. Note de M. **Paul Marchal**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les résultats de mes recherches sur les Guêpes souterraines (*V. germanica*, *V. vulgaris*) sont les suivants :

» Leurs nids, lorsqu'ils sont entièrement constitués, contiennent deux ordres de cellules, les *petites* et les *grandes*. Celles-ci constituent toujours la partie la plus inférieure du guêpier, par exemple les deux gâteaux inférieurs, tandis que les autres constituent tout le reste du nid, soit 6 à 10 gâteaux superposés.

» Les *grandes cellules*, qui ne sont construites par les ouvrières que dans la première quinzaine d'août, peuvent, dans une première période, recevoir indifféremment des femelles ou des mâles, les premières étant soit des reines, soit de très grosses ouvrières, les derniers étant toujours en faible proportion; puis ces cellules deviennent au commencement de septembre entièrement spécialisées pour les reines, de sorte qu'en octobre on ne trouve plus dans ces cellules que des reines, les mâles en étant entièrement exclus.

» Les *petites cellules*, au contraire, dès que la ponte des mâles est commencée, contiennent indifféremment, jusqu'à la fin de la saison, des ouvrières ou des mâles.

» La proportion des mâles, dans ces gâteaux à petites cellules, décroît de bas en haut, avec cette exception remarquable, que, s'il y a un gâteau mixte contenant à la fois des grandes et des petites cellules, les petites cel-

---

([1]) Ce travail a été fait en partie à la Station entomologique de Paris. Les expériences et les observations sur lesquelles sont basées les conclusions énoncées seront publiées en détail postérieurement.

lules du gâteau mixte sont influencées par le voisinage des grandes cellules et ne contiennent qu'une très petite quantité de mâles.

» Le début de la période de ponte des mâles coïncide à peu près avec la période d'apparition des grandes cellules, et a lieu dans la première quinzaine d'août. La courbe qui représente leur production s'élève brusquement d'une façon presque verticale, de façon à atteindre son maximum, puis elle descend ensuite doucement, avec ou sans oscillations, jusqu'à la fin de la reproduction.

La reine participe, dans une très large mesure, à cette grande production des mâles; car les ouvrières pondeuses sont depuis longtemps disparues, alors que l'on trouve encore des jeunes larves mâles en grand nombre dans les nids.

» La reine a donc (au moins à partir des premiers jours de septembre) le pouvoir de déterminer à coup sûr le sexe femelle des œufs qu'elle pond dans les grandes cellules; au contraire, dans les petites cellules, elle pond indifféremment des œufs femelles ou mâles.

» On ne peut admettre actuellement, pour expliquer ce fait remarquable, que le principe de la théorie de Dzierzon basé sur la fécondation; car si la production des mâles était due, par exemple, à une influence saisonnière, il est évident que les œufs pondus *à la même époque* dans les grandes cellules deviendraient aussi bien mâles que les autres. Pour interpréter tous les faits, cette théorie doit toutefois, à notre avis, être modifiée, en faisant intervenir un facteur autre que la volonté de la reine. Nous admettrons donc qu'après sa première ponte exclusive d'ouvrières, qui dure d'une façon ininterrompue jusqu'à la fin de juillet ou au commencement d'août, le réflexe qui amène la contraction du réceptacle séminal au moment de la ponte de chaque œuf ne se produit plus avec la même énergie, et qu'alors les œufs peuvent être pondus sans être fécondés; de là l'apparition presque subite des mâles tenant à l'état d'inertie relative du réceptacle. C'est alors que les ouvrières, édifiant les grandes cellules, donnent à la reine le choix entre deux ordres d'alvéoles distincts; celle-ci, stimulée par la présence des grands alvéoles, qui semblent avoir le don de rendre ses réflexes plus énergiques ([1]), concentrera dès lors toute son énergie sur eux et n'y pondra que des œufs fécondés et femelles. La modification ainsi apportée à la théorie a son importance, car elle remplace l'acte volontaire de la reine par un acte passif : la reine ne pond pas les mâles et les femelles à volonté; mais il arrive un moment où elle ne peut

([1]) La reine, en captivité, montre une préférence marquée pour ces grandes cellules.

faire autrement que de pondre des mâles, à cause de l'inertie relative de son réceptacle. Chez l'Abeille, la reine semble toujours consciente [1] de cet état d'inertie, et lorsqu'elle y est soumise, elle ne pondra jamais dans une autre cellule qu'une cellule de mâle, à moins qu'elle n'en ait pas à sa disposition (observations de Drory).

» Il n'en est pas de même chez la Guêpe, qui marque un stade moins perfectionné dans l'évolution des phénomènes relatifs à la reproduction. Chez elle, la reine pond au hasard lorsqu'elle se trouve sur les petites cellules ; et alors, suivant que son réceptacle réagit ou reste inactif, la ponte donne naissance, soit à des îlots et à des traînées d'ouvrières, soit à des îlots et à des traînées de mâles, placés sans ordre et irrégulièrement à côté les uns des autres. Si, au contraire, la reine se trouve sur les grandes cellules, stimulée par leur présence, elle ne pondra que des œufs fécondés et femelles.

» Il est très remarquable que, chez la Guêpe, les grandes cellules (cellules de reines) soient adaptées à l'état d'activité du réceptacle, tandis que chez l'Abeille, les grandes cellules (cellules de mâles) sont adaptées à son état d'inertie.

» Peut-être de nouvelles observations feront-elles entrer en ligne de compte d'autres facteurs jusqu'ici non soupçonnés, et viendront-elles modifier la théorie qui vient d'être exposée. Sa seule valeur consiste à donner une interprétation acceptable des faits jusqu'ici connus et de ceux que je viens de signaler.

» *Ponte des ouvrières.* — Cette ponte est normale, en août, dans les nids qui ont leur reine; elle existe toutefois à un degré relativement faible et n'est pas suffisante pour rendre compte de la grande montée des mâles; puis elle diminue et cesse complètement dans les nids normaux en septembre et en octobre.

» La ponte des ouvrières s'exagère d'une façon extraordinaire par le seul fait de la suppression de la reine, ou de l'arrêt de sa ponte. On peut alors la provoquer sur les ouvrières en captivité, jusqu'à obtenir $\frac{1}{3}$ de fécondes, alors que les ouvrières du même nid en compagnie de la reine restent stériles. Un nid de *Vespa vulgaris,* dans lequel la ponte de la reine avait été interrompue complètement, donna plus de la moitié d'ouvrières fécondes, alors que d'autres nids normaux, pris à la même époque, ne présentaient que des ouvrières stériles.

---

[1] Le terme de *conscient* n'est pas entièrement juste, mais il évite une périphrase : il s'agit bien plutôt d'un fait d'adaptation, d'harmonie préétablie, que de conscience.

» Il est évident que, dans ces différents cas, la fécondité des ouvrières ne peut être provoquée que par l'absence du jeune couvain dans le nid, et par la rupture d'équilibre de la nutrition en faveur des adultes qui en résulte.

» La production des ouvrières fécondes est indépendante de l'élevage des reines, contrairement à ce qui, d'après Huber, existe chez les Abeilles. Leur fécondité dépend de la nutrition de l'imago, et a d'autant plus de chances de se produire que l'ouvrière est éclose depuis moins de temps et est nourrie d'une façon plus intense.

» La fécondité des ouvrières ne peut s'établir dans un nid que lorsque la colonie récoltante l'emporte de beaucoup sur la colonie larvaire ou, en d'autres termes, lorsque l'état nutritif de la colonie adulte atteint son optimum, c'est-à-dire dans les nids normaux, au mois d'août. »

ZOOLOGIE. — *Sur une modification morphologique de l'espèce et sur l'hérédité de caractères acquis.* Note de M. **Rémy Saint-Loup**, présentée par M. Milne-Edwards.

« M. R. Saint-Loup, au cours de recherches expérimentales relatives aux modifications de l'espèce, a obtenu l'apparition, chez des Cochons d'Inde, d'un doigt supplémentaire aux pattes postérieures. Le nombre des doigts, qui est normalement de trois, est porté à quatre, et ce caractère acquis s'est transmis par hérédité jusqu'au moment actuel, c'est-à-dire jusqu'à la troisième génération. Les parents d'où sont issus ces Cochons d'Inde avaient été soumis à un régime spécial que l'auteur ne peut encore faire connaître, car il n'a pas encore déterminé, parmi les causes qui ont pu agir, celle qui est principale ou unique. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie du Prunellier contractée spontanément par un Érable.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Bouchard.

« En examinant des feuilles d'*Acer campestre,* recueillies le 17 octobre 1895 dans une haie bordant le chemin de la Fourasse, près de Nancy, je fus surpris de rencontrer, à côté de l'*Uncinula Aceris*, parasite banal de cette espèce, les périthèces d'un autre champignon du même genre, bien distinct par ses caractères spécifiques.

» Les périthèces, plus petits et d'un brun plus sombre, mesuraient 96-108$^{\mu}$ de diamètre. Les fulcres, terminés par une crosse unique, atteignaient, de l'insertion au sommet de la courbure, 150-190$^{\mu}$. Le support cylindrique avait une paroi épaisse et granuleuse; la crosse, plus dilatée, avait sa membrane mince et lisse. Chaque fructification contenait 12-18 asques mesurant $51 \times 26^{\mu}$ et renfermant le plus souvent six spores, exceptionnellement 5-7. Les spores, elliptiques, avaient $14\text{-}15 \times 8^{\mu}$.

» Ces caractères concordent avec les descriptions de l'*Uncinula Prunastri* (DC) Sacc., notamment avec celle qu'en donne Winter. Pourtant Schrœter indique des dimensions un peu différentes. D'après sa récente *Flore de Silésie*, les asques et les fulcres seraient plus petits (75-100 pour les premiers, 130$^{\mu}$ au maximum pour les seconds); un périthèce renfermerait seulement 4-8 asques; les spores atteindraient $16\text{-}20 \times 9\text{-}11^{\mu}$. Je me procurai des feuilles malades de *Prunus spinosa* et je constatai que leur parasite, identique à celui de l'Érable, répondait à la diagnose de Winter. La description de Schrœter est donc fautive et c'est bien l'*Uncinula Prunastri* qui croît sur l'*Acer campestre*. Ce champignon était considéré jusqu'à ce jour comme spécial aux Amygdalées, notamment au *Prunus spinosa*.

» Étant retourné, le 13 novembre, à la station où j'avais fait ma première récolte, je précisai les conditions dans lesquelles l'érable avait contracté la maladie habituelle au *Prunus spinosa*. La haie est formée de Prunelliers.

» Un grand nombre de feuilles de l'Amygdalée sont attaquées par l'*Uncinula Prunastri*. L'Érable contaminé avait poussé sur la déclivité du talus tournée vers le nord-est. Étouffé par les buissons qui le privaient d'air et de lumière, il était resté petit et chétif; il ne dépassait pas $0^{m},60$. Ses feuilles étaient, pour la plupart, épuisées par les pycnides d'une petite Sphériacée. Je recueillis une nouvelle provision de feuilles jonchant le sol et d'autres encore adhérentes aux rameaux. La plupart d'entre elles portaient l'*Uncinula Prunastri* à divers degrés de développement, tantôt seul, tantôt associé à l'*Uncinula Aceris*. Quelques feuilles présentaient uniquement ce dernier parasite; mais l'*Uncinula Prunastri* était, en somme, le plus fréquent. Le développement de l'un des parasites n'oppose aucun obstacle à l'invasion de son congénère, sans d'ailleurs la favoriser.

» Je ne vis pas d'autre pied d'érable dans la même haie, sans doute en raison des conditions défavorables au développement de cette espèce. Dans une seconde haie, située de l'autre côté du chemin avec l'orientation inverse, j'observai au contraire plusieurs *Acer campestre* vigoureux. Quoique leurs branches fussent entrelacées avec les *Prunus spinosa*, j'y cherchai vainement d'autres Érysiphées que l'*Uncinula Aceris*.

» Il m'a paru nécessaire de préciser ces conditions de développement avant d'inscrire définitivement l'*Acer campestre* au nombre des hôtes normaux de l'*Uncinula Prunastri*. L'*Acer campestre* est naturellement réfractaire à ce parasite. S'il lui offrait un terrain aussi favorable que le *Prunus*, s'il n'opposait pas à l'invasion une résistance spéciale par la consistance plus coriace de ses tissus au moins autant que par sa constitution chimique, les spores que le vent dispense avec une égale profusion aux deux arbrisseaux se développeraient aussi fréquemment sur l'érable que sur le Prunellier.

» Le sujet qui a réalisé une expérience naturelle d'infection a été envahi par un nombre prodigieux de spores, grâce à sa situation au cœur d'un foyer miasmatique. La quantité de germes mérite d'être prise en considération, car des attaques multipliées et répétées triomphent parfois d'une résistance qui suffirait pour assurer l'immunité contre un ennemi moins formidable. Mais l'exemple offert par la haie voisine montre que le nombre des germes n'est pas une condition suffisante pour que la maladie du Prunellier se propage à l'Érable.

» Outre le renforcement de l'attaque, nous observons, chez notre sujet, un affaiblissement de la défense. Les feuilles envahies sont toutes de petite taille; au lieu de présenter la consistance coriace des Érables normaux, elles sont presque aussi molles que les feuilles de Prunellier. Les mauvaises conditions de la nutrition, provenant du milieu cosmique et des parasites accessoires, j'allais dire la misère physiologique et l'encombrement, ont supprimé l'immunité naturelle de l'*Acer campestre* à l'égard de l'*Uncinula Prunastri* et lui ont permis de contracter, au contact du *Prunus spinosa*, une maladie parasitaire propre à cette dernière espèce.

» L'*Acer campestre* n'est pas autrement affecté par l'*Uncinula Prunastri* que par l'*Uncinula* qui lui est habituellement adapté. Le parasite, implanté dans les cellules épidermiques des deux faces de la feuille, étend son action au parenchyme sous-jacent. Il emprunte sa nourriture à son support; mais il exerce aussi sur son hôte une influence excitante qui lui communique un excès de vitalité. En effet, dans les feuilles envahies à la dernière période de végétation, la mortification naturelle est retardée au voisinage du Champignon; les parties occupées par le thalle jeune de l'*Uncinula Prunastri* se détachent en plaques vertes sur le fond déjà envahi par la teinte jaune qui trahit l'altération de la chlorophylle et qui annonce la chute des feuilles.

» L'*Uncinula Prunastri* est un habitant naturel de l'*Acer campestre*,

puisque aucune intervention de l'art n'a provoqué son implantation, mais il n'en est pas un habitant normal. L'Érable ne doit pas être inscrit au même titre que les *Prunus* parmi les hôtes de ce parasite. Les floristes devront dire : « L'*Uncinula Prunastri* habite sur les Amygdalées. Il peut se développer accidentellement sur l'*Acer campestre*. »

» Au point de vue de la Pathologie générale, nous avons, dans ce genre d'infection, un exemple de prédisposition acquise par une mauvaise nutrition chez une espèce naturellement réfractaire. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la structure et les propriétés optiques de divers silicates compacts ou terreux*. Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Il existe dans la nature divers silicates se présentant sous forme compacte ou terreuse; la composition chimique de beaucoup d'entre eux est incertaine et leur existence, en tant qu'espèces distinctes, a été mise en doute.

» Je me suis proposé de rechercher tout d'abord le degré d'homogénéité de quelques-unes de ces substances. Après avoir constaté leur nature cristalline, j'ai cherché à déterminer leurs propriétés optiques. Voici le résultat de ce travail dont les détails seront publiés incessamment (¹):

» Le *chromocre* se montre au microscope formé de petits globules, eux-mêmes constitués par des lamelles présentant les propriétés d'un mica (clivage micacé perpendiculaire à la bissectrice aiguë *négative*, direction maximum de pléochroïsme dans les teintes vertes suivant n_g, biréfringence, etc.); les axes optiques sont presque réunis.

» Des essais microchimiques faits sur la matière débarrassée de nombreuses impuretés (quartz, etc.) montrent que le minéral n'est pas seulement un silicate d'alumine et de chrome, comme l'indiquait la vieille analyse de Drappiez, mais qu'il est magnésien et riche en potasse. Il y a donc lieu de le considérer comme appartenant au groupe des micas (muscovite).

» Les globules de *glauconie* sont, on le sait, formés de petites lamelles enchevêtrées, qui, lorsqu'elles s'isolent, permettent toutes les vérifications possibles sur les propriétés optiques. Elles sont très analogues à celles du chromocre et, par suite, à celles des micas. Dans la glauconie de la plupart des gisements crétacés ou tertiaires que j'ai examinés, l'angle des axes optiques (2 E) est en moyenne de 30° à 40°, mais dans quelques cas il est sensiblement nul.

» La *céladonite*, qui tapisse les vacuoles des roches volcaniques, possède des pro-

---

(¹) *Minéralogie de la France et de ses Colonies*, 2ᵉ fascicule.

priétés très semblables à celles de la glauconie; son pléochroïsme dans les teintes vertes est généralement plus intense, sa structure souvent fibrolamellaire.

» La *chamosite,* exploitée dans divers gisements comme minerai de fer est, d'après les plus récents travaux (Schmidt), constituée par une chlorite voisine de la thuringite, par de la magnétite et du calcaire. La *berthiérine* de Lorraine a une même composition; la chlorite qui la constitue essentiellement forme des oolithes à structure régulièrement concentrique qui, parfois, donnent, entre les nicols croisés, la croix noire disloquée des grains d'amidon; mais, souvent aussi, il est possible de déterminer toutes ses propriétés optiques (2 E très petit autour de la bissectrice aiguë négative, $n_g - n_p = 0.010$ env.). Cette chlorite est riche en inclusions de magnétite, ce qui explique son magnétisme; elle s'attaque par les acides et s'oxyde avec grande facilité. Dans ce dernier cas, elle donne de la limonite colorant un squelette siliceux qui me paraît n'être autre que celui signalé récemment par M. Bleicher dans les oolithes de limonite du jurassique de la même région.

» La *bavalite* des terrains paléozoïques de Bretagne et de Normandie, qu'on rapproche généralement des minéraux précédents, est essentiellement formée par une chlorite plus ferrugineuse que celle de la berthiérine. La structure oolithique de la roche est déterminée par la disposition globulaire de grains ou de couches continues de magnétite, au milieu desquels la chlorite est disposée d'une façon irrégulière. Le grenat est le seul élément accessoire de ce mélange.

» L'inhomogénéité de l'*aérinite* des ophites des Pyrénées (Caserras, Aragon) a été signalée déjà par von Lasaulx, par MM. Damour et des Cloizeaux; des débris de pyroxène, de feldspath, etc. sont noyés dans une pâte bleu foncé à microstructure fibrolamellaire, à laquelle je réserve le nom d'*aérinite* (densité 2,48 environ). Son pléochroïsme est intense et ne peut se comparer qu'à celui de la dumortiérite (n_g et n_m bleu cobalt foncé, n_p jaunâtre ou incolore). La dispersion est telle que, en lumière blanche, il est impossible d'obtenir une extinction complète. Le clivage lamelleux est perpendiculaire à une bissectrice aiguë négative. L'angle des axes paraît être assez grand, mais, par suite de croisements de lames, on rencontre des plages presque uniaxes. Ce minéral est à rapporter au groupe des chlorites.

» La structure cristalline de la *magnésite,* qui forme des lits dans le calcaire de Saint-Ouen (bassin de Paris) est souvent évidente à l'œil nu. Les variétés schisteuses sont formées par le feutrage de lamelles micacées, perpendiculaires à une bissectrice aiguë négative. L'angle des axes optiques est variable et souvent presque nul. Cette uniaxie est due à des croisements de lames minces, car, dans des échantillons translucides, trouvés par M. Munier-Chalmas à Paris même (quartier de l'Étoile), il est possible de rencontrer de petites plages homogènes, dans lesquelles 2E atteint 112° pour les rayons jaunes. Ces lames présentent des plans de séparation parallèles au plan des axes optiques, qui paraissent être les homologues des plans de séparation $g^1(010)$ des micas.

» Les variétés ferrifères sont pléochroïques en lames épaisses dans les teintes jaunes avec maximum d'absorption suivant n_g. L'*écume de mer* est formée par cette même substance cristalline, mais les lames y sont distribuées sans ordre et peut-être même associées à des produits colloïdes. Ce minéral, plongé dans un liquide, l'absorbe et devient parfaitement transparent en lames minces.

» Les *argiles* groupées autour de l'*halloysite* (sévérite, lenzinite) et de la *montmorillonite* (confolensite, delanouite) renferment toujours un produit cristallisé présentant une grande analogie de propriétés optiques avec la kaolinite (bissectrice aiguë négative peu inclinée sur un clivage facile, deux axes optiques très écartés, biréfringence inférieure à 0,009, etc.), mais en différant par la structure, l'absence complète de contours géométriques, une biréfringence un peu plus faible et enfin par son peu de résistance à l'action des acides. Les données que j'ai recueillies ne permettent pas encore de savoir si ce produit cristallisé, qui existe également dans beaucoup de roches argileuses, est exactement le même dans tous les cas.

» La *nontronite* est généralement considérée comme une sorte d'argile, exclusivement ferrugineuse; de même que ses variétés, la *pinguite* et la *graménite,* elle est très cristalline, les petites lames micacées microscopiques qui la constituent sont pléochroïques dans les teintes jaunes avec maximum suivant n_g; la biréfringence atteint et dépasse sans doute 0,020; l'écartement des axes est assez grand autour de la bissectrice aiguë négative. Ses lames se groupent souvent en masses fibreuses, réniformes ou stalactiformes.

» *En résumé,* tous les minéraux étudiés dans cette Note et qui, à l'œil nu, ont une structure compacte ou terreuse, ne sont pas amorphes, mais sont formés en tout ou en partie par une substance cristallisée à propriétés définies et spéciale à chacun d'entre eux. Malgré leur différence de composition, ces substances possèdent toutes la structure des micas, caractérisée par un clivage facile, lamelleux, qui, en outre, est plus ou moins perpendiculaire à une bissectrice aiguë négative. Autour de celle-ci, l'écartement des axes est souvent nul, cette presque uniaxie paraissant propre au minéral dans certains cas ou produite par des croisements de lames dans beaucoup d'autres. Par analogie avec les micas, on peut supposer que tous ces minéraux sont monocliniques.

» On ne doit pas s'étonner de voir des minéraux à structure lamelleuse, micacée, prendre une structure terreuse ou compacte quand leurs lames constituantes deviennent excessivement petites, les micas eux-mêmes présentant des exemples nombreux de faits de ce genre (damourite, etc.).

» Ces données ne peuvent être plus précises en raison de la nature même des substances étudiées, dont plusieurs ne se taillent en lames minces qu'avec la plus grande difficulté, et dont les éléments constitutifs n'ont généralement qu'une fraction de millimètre de plus grande dimension. Elles sont suffisantes, cependant, pour prouver l'intérêt qu'il y a à reprendre l'étude chimique de tous ces corps, en tenant compte des impuretés que l'examen microscopique a décelées dans quelques-uns d'entre eux. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'isomorphisme optique des feldspaths.* Note de M. **Fr. Wallerant**, présentée par M. Fouqué.

« Depuis que Tschermack a montré que la composition chimique des feldspaths s'exprimait très simplement au moyen des formules de l'anorthite et de l'albite, on a beaucoup discuté sur la question de savoir si ces feldspaths étaient des mélanges isomorphes. En France, par exemple, Mallard ([1]) montrait que les valeurs déterminées expérimentalement, pour les angles d'extinction sur les faces g^1 et p, concordaient *à peu près* avec les nombres donnés par une formule, établie en supposant l'isomorphisme des feldspaths. D'autre part, M. Michel-Lévy ([2]), dans ses recherches sur l'éclairement commun des zones d'un cristal, arrivait à cette conclusion opposée : « La loi de Tschermack ne s'applique pas rigoureuse- » ment au point de vue optique ». En présence de ces résultats contradictoires, il était intéressant de reprendre la question dans son ensemble, et de profiter des déterminations que vient de publier M. Fouqué, pour voir si oui ou non les feldspaths sont isomorphes au point de vue optique. J'ai donc établi les formules donnant toutes les constantes optiques d'un feldspath en fonction de celles de l'anorthite et de l'albite, et comparé les résultats numériques qu'elles fournissent avec ceux donnés par M. Fouqué. Mais la conclusion à tirer de cette comparaison ne peut être formulée qu'avec circonspection; par suite des difficultés d'observation, toutes les déterminations ne sont pas également précises, et il est souvent impossible de décider si les divergences constatées entre les résultats de l'observation et ceux du calcul tiennent à l'inexactitude de la loi ayant présidé à l'établissement des formules ou aux erreurs d'observation.

» Une formule cependant permet de trancher la question : c'est celle donnant l'angle des axes optiques du mélange en fonction des angles des axes optiques des composants et de la proportion de ceux-ci entrant dans le mélange. Cette formule montre, en effet, qu'il n'existe qu'un mélange possédant des axes optiques à 90° l'un de l'autre, à moins que les axes d'élasticité ne se substituent les uns aux autres; ce qui ne peut avoir lieu que si ces axes deviennent égaux, autrement dit s'il y a des mélanges uni-

---

([1]) *Bulletin de la Société minéralogique*, t. IV.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXI.

axes. Mais on ne connaît aucun feldspath triclinique uniaxe et la formule elle-même, quand on y introduit les données numériques de l'anorthite et de l'albite, montre que, quelles que soient les proportions de feldspaths composants, le feldspath composé n'est jamais uniaxe. Donc, dans le cas de l'isomorphisme, d'après la formule, il ne devrait exister qu'un feldspath ayant ses axes optiques à 90°, tandis que, d'après l'observation, il devrait y en avoir trois. Il ne faut pas oublier, en effet, que, si ces feldspaths eux-mêmes ne sont pas connus, cependant, dans les oligoclases, les andésines et les labradors, il se produit un changement de signe qui ne pourrait s'expliquer que par un passage par la valeur 90° de l'angle des axes. Il y a donc, dans ce cas, désaccord complet entre l'observation et les résultats donnés par le calcul, et l'on arrive forcément à cette conclusion que les feldspaths ne sont pas au point de vue optique des mélanges isomorphes d'albite et d'anorthite. Peut-être doit-on les considérer comme des mélanges de trois feldspaths, microcline, albite et anorthite, mais il est peu probable cependant que la faible quantité de feldspath potassique puisse modifier à ce point les propriétés optiques, d'autant plus que les variations dans la quantité de microcline ne paraît pas entraîner de variations corrélatives de ces propriétés. Il est plus rationnel d'admettre qu'il n'y a pas seulement juxtaposition de molécules d'albite et d'anorthite suivant les mailles d'un même réseau, mais bien combinaison chimique de ces molécules. »

PALÉONTOLOGIE. — *Ammonites triasiques de la Nouvelle-Calédonie.* Note de M. **Edmond de Mojsisovics**, présentée par M. Albert Gaudry.

« M. Albert Gaudry a bien voulu me communiquer les débris de Céphalopodes, provenant d'un calcaire foncé de la Nouvelle-Calédonie, que M. Fille avait envoyés au Muséum d'Histoire naturelle en 1890. Ces débris ne permettent pas, à cause de leur conservation fragmentaire, une détermination spécifique, mais on peut fixer l'âge approximatif des couches dont ils proviennent.

» En première ligne, il faut mentionner des tours intérieurs d'un Arcestide qui, par les contours de la section transversale et par les détails de ses lobes, doit appartenir au groupe des *Arcestes subumbilicati*. Ce groupe, qui est caractérisé par des lobes particuliers et que je considère comme un sous-genre d'*Arcestes,* nommé *Stenarcestes,* représente un type caractéristique du Juvavien. L'échantillon en question est pourvu des

trois varices dans l'espace du dernier tour. Spécifiquement, il diffère des espèces connues de *Stenarcestes*. La chambre d'habitation manquant, on ne peut cependant pas créer une nouvelle espèce.

» D'autres fragments cloisonnés appartiennent à un *Phylloceras* du groupe *Phylloceras neojurense*. Ces débris ne permettent pas non plus de caractériser la nouvelle espèce qu'ils représentent. Les lobes sont très voisins de ceux du *Phylloceras neojurense*, mais les tours de spire diffèrent complètement, leur épaisseur étant très restreinte et leur côté externe très étroit. Le groupe du *Phylloceras neojurense* est un des plus caractéristiques du Juvavien. Il existe aussi quelques formes voisines dans les zones inférieures du Lias alpin.

» Enfin, il y a encore un échantillon indéterminable d'un *Orthoceras*. Ce genre se trouve pour la dernière fois dans les couches supérieures du Juvavien; il manque déjà dans l'étage rhétique et dans le Lias inférieur.

» Les couches à Céphalopodes de la Nouvelle-Calédonie appartiennent donc au Trias. La présence de *Stenarcestes* et d'une espèce du groupe du *Phylloceras neojurense* prouve, en outre, qu'elles font partie du *Juvavien*. Aujourd'hui, on ne peut pas aller plus loin. Il est impossible de déterminer l'exacte zone européenne du Juvavien, à laquelle correspondent les Céphalopodes de la Nouvelle-Calédonie. Il serait à désirer qu'on fît des collections plus importantes des fossiles et des recherches approfondies sur les gisements. Les relations stratigraphiques, jusqu'ici inconnues, entre les couches à Céphalopodes et les couches à *Pseudomonotis ochotica* (*Richmondiana*), seraient aussi à étudier en même temps. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le rouissage du lin et son agent microbien.* Note de M. **S. Winogradsky**, présentée par M. Duclaux.

« La présente Note résume les principaux résultats d'un travail exécuté dans mon laboratoire, à l'Institut de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg, par M. V. Fribes.

» Plusieurs observateurs ont étudié au microscope les eaux des routoirs ou des macérations végétales et y ont constaté la présence d'organismes différents. A certains d'entre eux on a attribué un rôle dans le rouissage, considéré souvent comme une fermentation cellulosique, mais sans en donner de preuves expérimentales.

» Il n'est pas douteux que de la matière végétale submergée ne puisse

être sujette à des fermentations diverses. Ce qu'il importait, dans l'étude du rouissage, c'était de dégager et d'étudier séparément ce processus spécial, que la pratique du rouissage industriel tend à favoriser et à régler, et qui a pour but de rendre la fibre facilement séparable, par des moyens mécaniques, de la partie ligneuse de la tige du lin. Nous nous proposons de démontrer qu'il s'agit ici d'une fermentation autonome causée par un ferment spécifique.

» Trouver un procédé approprié de stérilisation du lin employé dans ces expériences a été notre premier soin dans cette étude. On a employé divers désinfectants : le sublimé, le lysol, le phénol et autres, mais on a constaté aussi que la stérilisation des tiges noyées dans l'eau par un court chauffage à 100°, répété trois jours de suite, ou un chauffage à 115° pendant un quart d'heure, n'exerce aucune influence sensible sur le lin qui n'acquiert nullement les qualités de lin roui (1).

» C'est sur des morceaux de lin stérilisé, immergés dans l'eau, que M. Fribes a éprouvé l'action de différents microbes isolés des macérations en grand. Dans des expériences préliminaires, il en a isolé par la méthode des plaques de gélatine jusqu'à dix espèces différentes, aérobies et anaérobies : levures, coccus, bacilles. Aucune de ces espèces n'a exercé d'effet appréciable sur la substance de la tige, qui n'a pas même subi, au bout de plusieurs mois, un commencement de rouissage; on ne constatait aucun dégagement de gaz.

» Au contraire, si l'on jetait dans ces tubes contenant du lin stérilisé un petit bout de paille de lin non stérilisé, une fermentation très vive commençait au bout de douze à quinze heures, et au bout de deux à trois jours le rouissage était terminé.

» Pour découvrir le microbe spécifique, on s'est donc tenu à la culture suivie sur du lin stérilisé, protégé de l'accès de l'air par immersion dans des tubes profonds et pleins d'eau, dont on recouvrait la surface par une couche d'huile. Après une série assez longue de réensemencements dans ces mêmes conditions, l'étude microscopique de ces cultures n'a plus laissé subsister de doutes sur l'agent de cette fermentation. On le trouve presque exclusivement dans l'intérieur même de la tige.

---

(1) Heureusement pour les expériences de laboratoire, ces qualités sont faciles à reconnaître sur le moindre morceau de la tige : on n'a qu'à le broyer d'une certaine manière entre les doigts, pour sentir, à la facilité avec laquelle les fibres se séparent de la chènevotte, si le rouissage est complet.

» C'est un bacille relativement grand, formant des spores dans des gonflements terminaux (forme têtard). A l'état jeune, ses articles sont longs de 10 μ à 15 μ, sur une épaisseur de $0^{\mu},8$; souvent on trouve des filaments articulés beaucoup plus longs; ils deviennent ensuite un peu plus épais (1 μ) et forment alors des gonflements ovoïdes longs de 3 μ sur 2 μ d'épaisseur; la spore ovoïde qui s'y forme a $1^{\mu},8$ sur $1^{\mu},2$.

» M. Fribes a réussi à isoler ce bacille à l'état de pureté complète par culture anaérobie sur des tranches de pommes de terre cuites, frottées de craie. Sans entrer aujourd'hui dans les détails de sa morphologie, nous passerons aux expériences de rouissage avec le ferment pur, faites sur une plus grande échelle.

» Des petites bottes de lin, formées de tiges entières, ont été introduites dans des vases cylindriques longs de 1^{m} sur 7^{cm} à 10^{cm} de diamètre, qu'on remplissait d'eau, bouchait et stérilisait, tout chargés, par un court chauffage répété à 100°; on ensemençait par une culture pure du ferment et l'on remplaçait le peu d'air qui restait dans les vases par de l'hydrogène. La fermentation terminée, ce lin, *roui en culture pure,* a pu être soumis aux opérations successives de broyage, teillage, peignage, et il a donné une assez belle filasse de couleur blonde, soyeuse et fine, mais qui semblait un peu trop désagrégée et sans consistance; l'opération avait évidemment duré trop longtemps, et le rouissage était plus complet qu'il n'est utile de le pousser.

» La question de savoir quelle est la nature de cette fermentation et quelle est la partie de la tige qui la subit a exigé de longues expériences que nous ne résumerons aujourd'hui que d'une manière très succincte.

» Les travaux de M. Fremy et de M. Kolb ont dirigé ces études vers le rôle que pourraient jouer dans le processus ces substances encore mal définies qu'on appelle *matières pectiques*. D'après les auteurs cités, il se produirait dans le rouissage cette transformation des matières pectiques insolubles en matières pectiques solubles, que M. Fremy désignait sous le nom de *fermentation pectique*, mais en n'y voyant généralement aucune action microbienne.

» On pouvait espérer de trouver la solution de ce problème dans l'étude générale des propriétés fermentatives du microbe du rouissage, ainsi que dans des dosages comparatifs des matières pectiques dans du lin et autres substances végétales, fermentées sous l'action du bacille et les mêmes substances vierges de cette action.

» Dans le premier ordre de recherches, nous avons constaté ce qui suit :

» 1° Le bacille peut faire fermenter la glucose, le sucre de canne, le

sucre de lait, l'amidon, mais à la condition que le liquide contienne de la peptone; avec de l'ammoniaque comme source unique d'azote, le microbe est absolument dépourvu d'action sur ces substances éminemment fermentescibles.

» 2° Les matières pectiques, pectine ou acide pectique, extraites du lin, des poires, carottes, navets blancs, et pures autant qu'on peut les préparer, sont décomposées déjà, en présence d'un sel ammoniacal comme seul aliment azoté, avec une facilité extraordinaire, bien au-dessus de toute fermentation aux dépens des hydrates de carbone mentionnés.

» 3° La cellulose, sous forme de papier de Suède, ou d'un précipité amorphe, est absolument inattaquable pour ce bacille. La gomme arabique ne l'est pas plus.

» Dans le second ordre de recherches, on a constaté que de la substance végétale, lin, navets blancs, épuisée par de l'eau pure et de l'eau légèrement acide et alcaline, à froid, et soumise à la fermentation par ce bacille, perdait la majeure partie des substances qu'on dose comme matière pectique; de même, la perte de poids de la substance fermentée répondait sensiblement à la teneur, en matière pectique, de la substance non fermentée.

» Quoique ces dernières expériences ne soient pas encore assez nombreuses, il nous paraît dès maintenant très probable, d'après l'ensemble des faits mentionnés, que le rouissage du lin peut être considéré comme une *fermentation pectique* au sens microbiologique du mot, dont le bacille décrit est l'agent spécifique.

» Il y aurait ici un exemple nouveau et curieux de l'extrême spécialisation de la fonction dans le monde des microbes. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'emploi du sang de vipère et de couleuvre comme substance antivenimeuse.* Note de MM. **C. Phisalix** et **G. Bertrand**, présentée par M. Chauveau.

« Dans nos précédentes Communications (¹), nous avons démontré qu'il existe dans le sang de la vipère et de la couleuvre des principes toxiques analogues à ceux du venin, et nous avons considéré l'immunité de ces animaux pour leur propre venin comme le résultat d'une accoutumance.

(¹) *Comptes rendus*, 1893, t. CXVII, p. 1099 et 1894, t. CXVIII, p. 76.

» Depuis, de nouvelles expériences nous ont fait concevoir la possibilité d'une autre explication. A la suite de recherches sur l'immunité naturelle du hérisson contre le venin de vipère (1), recherches dans lesquelles nous avons montré l'existence simultanée, dans le sang du hérisson, de substances toxiques et de substances antitoxiques, nous avons cherché s'il n'en serait pas de même pour le sang de la vipère. A cet effet, du sérum de vipère a été chauffé à 58° pendant quinze minutes, puis injecté dans le péritoine de plusieurs cobayes. Or, tandis qu'il suffit de $0^{cc},5$ de sérum normal pour tuer le cobaye, plusieurs centimètres cubes de sérum chauffé ne produisent aucun accident, ce qui démontre que les substances toxiques du sérum sont détruites (2).

» De plus, *l'injection du sérum chauffé immunise l'animal contre le venin*, comme le montre l'expérience suivante :

Expérience. — Le 7 août, on injecte, dans l'abdomen d'un cobaye de 375^{gr}, 3^{cc} de sérum de vipère chauffé à 58° pendant quinze minutes. L'animal n'a présenté aucun symptôme et sa température n'a même pas varié d'une manière appréciable. Après vingt-quatre heures, on lui inocule dans la cuisse une dose de venin de vipère capable de tuer un témoin en six heures. Ce cobaye a parfaitement résisté et il ne s'est produit aucun accident local ou général.

» Le pouvoir antitoxique de ce sérum chauffé est assez énergique; nous avons observé des cas où le quart d'un centimètre cube suffisait pour immuniser un cobaye contre une dose mortelle de venin. Mais cette immunisation est passagère et disparaît au bout de quelques jours.

» Les mêmes expériences répétées avec le sang de couleuvre nous ont donné, à l'intensité près, des résultats semblables, le pouvoir antitoxique étant ici un peu plus faible qu'avec le sang de vipère.

» En résumé, chez la vipère et la couleuvre, il y aurait, comme en général chez les animaux vaccinés artificiellement, production de substances antitoxiques par suite d'une réaction défensive de l'organisme. D'après cela, on pourrait peut-être expliquer l'immunité de ces reptiles pour leur propre venin, plutôt par une sorte d'auto-vaccination que par accoutumance. Mais, à supposer qu'il n'en soit pas ainsi, l'existence de principes antivenimeux dans le sang de la vipère et de la couleuvre n'en

---

(1) *Comptes rendus Soc. Biol.*, 2 août 1895.

(2) M. Calmette a indiqué (*Ann. Inst. Pasteur*, p. 234; 1895) que le sang de naja tripudians, de naja haje, de crotale ou de céraste, chauffé pendant dix minutes à 68° perd son pouvoir toxique.

a pas moins une signification importante au point de vue de la physiologie générale : elle démontre une fois de plus que, dans l'organisme, à mesure que des cellules sécrètent une toxine, il se produit une réaction antagoniste dont le résultat est la formation d'une antitoxine spécifique (¹). »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et de Chirurgie, par l'organe de son Doyen, M. *Marey*, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Verneuil* :

En première ligne . . . . M. **Ollier**.
En deuxième ligne. . . . . . . M. **Lannelongue**.
En troisième ligne . . . . M. **Just Lucas-Championnière**.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 novembre 1895.

Essais sur la Philosophie des Sciences (Analyse; Mécanique), par M. C. de Freycinet, de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Freycinet.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Novembre 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

(¹) Travail du laboratoire de M. Chauveau. Nous adressons tous nos remercîments à M. l'abbé Chabiraud et à M. A. de Livonnière pour les envois de vipères qu'ils nous ont faits.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. Octobre 1895. Paris, 1 fasc. in-4°.

Ministère des Travaux publics. Album de Statistique graphique de 1894. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 1 vol. in-4°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Jeudi 17 octobre; 1 fasc. in-4°.

Les Annélides polychètes des côtes de Dinard. Quatrième Partie (Extrait des *Annales des Sciences naturelles*), par le B[on] de Saint-Joseph. Paris, G. Masson, 1895; 1 vol. in-8°.

Considérations sur les Monotrèmes, par M. A. Lavocat. Toulouse, Douladoure-Privat, 1895; br. in-8°.

La cause de la tuberculose, suivant le professeur D[r] Robert Koch, par M. H.-W. Middendorp, ex-professeur de Pathologie et d'Anatomie pathologique, à Groningue (Pays-Bas). Paris, octobre 1895; br. in-8°.

L'Anthropologie. Tome VI. N° 5. Septembre-octobre. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Archives des Sciences biologiques publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome IV. N° 1. Saint-Pétersbourg, 1895; 1 vol. in-4°.

Discurso leido en el colegio de Farmaceuticos de la Habaña, por el D[r] D. Antonio de Gordon y de Acosta. Habaña, 1895; 1 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 NOVEMBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la para-éthoxyquinoléine.* Note de M. C. GRIMAUX.

« En faisant agir la glycérine et l'acide sulfurique sur l'anisol, M. Skraup a obtenu la para-méthoxyquinoléine ou *quinanisol*. La même méthode m'a permis d'obtenir le dérivé correspondant au moyen du phénate d'éthyle ou phénéthol; conformément à la nomenclature adoptée par M. Skraup, le nouveau corps devrait s'appeler *quino-phénéthol;* par abréviation, je le désignerai sous le nom de *quinéthol*.

» Le quinéthol

$$C^{11}H^{11}AzO = $$ [structure: noyau quinoléique, C^2H^5O en para, Az]

est liquide, huileux; il distille sans décomposition à 290°-292° et fournit

avec les acides minéraux des sels bien cristallisés, dont la solution acide présente la fluorescence des sels de quinine.

» Le chlorhydrate $C^{11}H^{11}AzO,HCl$, séché dans l'air, renferme une molécule et demie d'eau qu'il perd à 100°. Il est cristallisé en aiguilles facilement solubles dans l'eau.

» Le sulfate acide de quinéine $C^{11}H^{11}AzO,SO^4H^2$ cristallise sans eau; il est peu soluble dans l'eau froide, soluble dans environ 50 parties d'alcool à 25°.

» Le sulfate neutre n'est pas stable; il est dissocié par concentration de ses solutions au bain-marie.

» L'azotate est peu soluble et cristallise en aiguilles fusibles à 165°.

» Le quinéthol est une base faible; les sels qu'il fournit avec les acides organiques sont dissociés par l'eau.

» Avec l'acide azotique fumant, il donne seulement l'azotate, mais un mélange d'acide azotique et d'acide sulfurique se convertit en un dérivé nitré.

» *Nitroquinéthol* $C^{11}H^{10}(AzO^2)AzO$. — On l'obtient en dissolvant le quinéthol dans l'acide sulfurique et y ajoutant deux molécules d'acide azotique fumant. Le liquide versé dans l'eau glacée donne un précipité de cristaux en fines aiguilles qui constituent l'azotate de nitroquinéthol, peu soluble dans l'eau bouillante qui en dissout environ 10 pour 100, à peu près insoluble dans l'eau froide, soluble dans 20 parties d'alcool bouillant, et fondant à 193°.

» On isole le dérivé nitré en mettant l'azotate en suspension dans l'eau et le décomposant par un excès de potasse ou de soude. On peut aussi obtenir directement le nitroquinéthol en ajoutant de l'azotate de quinéthol à de l'acide sulfurique et précipitant par l'ammoniaque après avoir étendu d'eau.

» Le nitroquinéthol est purifié par cristallisation dans 5 à 6 parties d'alcool bouillant. Il se dissout dans 20 parties d'alcool froid. Il est très peu soluble dans l'eau qui, à 100°, en dissout 0,15 à 0,20 pour 100.

» Il fond à 110°. Suivant les conditions de température et la nature du solvant, il cristallise sous deux formes différentes, que l'on peut obtenir à volonté : dissous dans sept à huit fois son poids d'alcool bouillant, il se sépare d'abord en aiguilles légères, puis en prismes losangiques assez durs et épais. De sa solution aqueuse, il se dépose seulement en aiguilles ; une solution dans l'alcool faible à l'ébullition donne, par le refroidissement principalement, des aiguilles mêlées de quelques prismes.

» Pour obtenir ceux-ci, on dissout le nitroquinéthol dans 15 parties d'alcool et on laisse refroidir lentement ; quand la température est descendue à 28° ou 30°, on y projette des prismes qui déterminent immédiatement la production de cristaux semblables. Si, au contraire, on y projette des aiguilles, ce sont celles-ci qu'on obtient presque exclusivement. Recristallisés dans l'eau, les prismes ne donnent que des aiguilles.

» Le nitroquinéthol ne présente que de faibles propriétés basiques ; le chlorhydrate est dissociable par l'eau ; l'azotate, fusible à 193°, est presque complètement insoluble dans l'eau à froid ; cette faible solubilité explique comment il prend naissance dans la nitration du quinéthol en présence d'acide sulfurique. Elle permet aussi de reconnaître l'acide azotique et les azotates ; une solution de 2gr de nitroquinéthol dans 3 parties d'acide sulfurique et 60 parties d'eau précipite immédiatement par l'addition de quelques gouttes d'une solution à 2 pour 1000 d'acide azotique ou d'azotate de potasse. Ce réactif peut être employé pour rechercher l'acide azotique et les azotates.

» *Amidoquinéthol* $C^{11}H^{10}(AzH^2)AzO$. — On réduit le corps nitré, au-dessous de 50°, par le chlorure stanneux en solution chlorhydrique. On obtient par refroidissement un chlorostannate que l'on décompose par un alcali en excès. Le précipité séché est repris par 200 parties d'eau bouillante, d'où il cristallise en petites lames d'un jaune de soufre. Ces cristaux renferment une molécule d'eau qu'ils perdent par la chaleur ou par un séjour prolongé dans l'air sec. Privé d'eau, ce corps fond à 110°.

» Il est coloré en rouge par les acides en donnant des sels mono-acides qui constituent une matière colorante, teignant la soie en jaune peu intense. Les sels diacides sont incolores.

» Il se diazote avec facilité et peut fournir des matières diazoïques tinctoriales.

» Le quinéthol étant un des groupes qui entrent dans la constitution de la quinéthyline, base plus fébrifuge que la quinine, j'avais pensé qu'il pourrait avoir des propriétés thérapeutiques ; c'est dans cette intention que j'avais entrepris ce travail, mais l'expérience a démontré que le quinéthol est sans action sur les fièvres intermittentes les plus simples et qu'il ne possède aucune propriété antipériodique. »

ASTRONOMIE. — *Observations de petites planètes, faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet, L. Picart *et* Féraud. Note de M. G. **Rayet**.

Dates.	Étoile.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα planète.	Δ𝔓 planète.	Observ.
			(90) Antiope.		
1894.					
Oct. 9...	1	22ʰ.23ᵐ.11ˢ,37	−3ᵐ.39ˢ,00	−5′.11″,87	L. Picart
10...	2	23.15.26,12	+3.21,29	+3.59,81	L. Picart
			(391) B.E.		
Nov. 17...	3	2. 0. 0,86	+2.26,55	−2.40,24	G. Rayet
18...	4	2.48.51,17	+2. 5,02	−7.42,90	G. Rayet
			(372) A.H.		
1895.					
Janv. 26...	5	5.51. 4,39	+1.47,08	+8.39,89	L. Picart
			(399) B.P.		
Mars 15...	6	9. 4.14,21	+3.25,40	+4.36,01	L. Picart
16...	7	9.15.16,67	+2.34,41	+4.21,07	L. Picart
17...	8	10.10.53,48	+1.42,63	+4.10,09	G. Rayet
18...	9	9.30.11,62	+0.55,09	+4. 3,29	L. Picart
19...	10	8.18. 6,74	−3.39,31	+0. 4,44	L. Picart
22...	11	10.12.33,27	−2.12,97	+4.37,27	L. Picart
			(306) Unitas.		
Avril 29...	12	13. 2.45,22	−3. 0,36	+1.53,40	Féraud
30...	13	12. 3.30,70	−3.46,15	−2.22,73	Féraud
Mai 3...	14	12.38. 8,76	+1.21,68	+1.36,99	L. Picart
4...	15	13.27. 5,66	+2.43,52	+1.42,95	Féraud
5...	16	13.23.51,66	+2. 1,35	−1.34,69	Féraud
9...	17	12.28.52,57	−1.16,75	+7.54,40	L. Picart
10...	18	12.55.28,43	−1.53,12	+5.46,98	L. Picart
11...	19	12.20. 5,25	−2.26,46	+3.55,28	L. Picart
13...	20	13.44.36,39	−3.32,60	+0.47,02	L. Picart
14...	21	13.37.54,38	−4. 2,67	−0.23,28	Féraud

Dates 1894.	Étoile.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα planète.	Δ℘ planète.	Observ.
		(225) HENRIETTA.			
		h m s	m s		
Mai 3...	22	13.43. 6,76	+2.18,45	+3.19,59	L. Picart
10...	23	13.42.19,81	—1.10,94	+9.32,73	L. Picart
11...	24	13. 4.10,15	—1.51,19	+0.13,51	L. Picart
12..	25	14.27. 3,94	+2.11,11	—1.20,87	L. Picart
		(349) DEMBOWSKA.			
Mai 3...	26	16. 3.59,71	+3.16,38	—0.21,57	Féraud
9...	27	15.18.56,08	—1.57,10	—2.16,40	Féraud
10...	28	14.33.54,50	—2.49,52	—2.49,97	Féraud
11...	29	14. 2.44,35	—1.23,43	+2.35,15	Féraud
13...	30	15. 3.22,46	+1.41,64	+0.49,21	Féraud
		(384) BURDIGALA.			
Mai 27...	31	14.32. 5,02	+2.50,47	+2.33,69	L. Picart
28...	32	14. 5.47,72	+1.55,07	+1. 6,59	L. Picart
		(354) A.			
Juill. 15...	33	18.19.14,03	+2.55,33	+4.47,44	L. Picart
Août 15...	34	19. 6.51,79	+3.31,20	—4.43,94	L. Picart
		(404) B.Y.			
Juill. 24...	35	18. 6.37,39	—2.11,09	—1.35,96	L. Picart
26...	36	18.29.29,08	—5.26,27	—1. 2,34	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1894,0 *et* 1895,0.

Étoile.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
			1894,0.		
		h m s	s	° ′ ″	″
1..	½[Albany 248. — Bonn, t. VI, 180. — Weisse₁]	0.53.37,94	+3,56	87.54.27,9	—25,31
2..	⅓[Albany 216. — Paris 1064. — Rumker 340]	0.45.40,55	+3,56	87.49.32,1	—24,63
3..	Albany 711	2.27.21,15	+3,90	88.59.23,2	—23,97
4..	Glasgow₁, 569	2.27.18,44	+3,90	89.25.49,6	—23,84
			1895,0.		
5..	½[Bonn 6455. Bonn, t. VI, 2010]	8. 6. 9,53	+2,52	49.41.55,6	— 3,18
6..	Weisse₁, H. X, 657	10.38.54,14	+2,14	80.32.49,2	+ 8,73
7..	Weisse₁, H. X, 657	10.38.54,14	+2,14	80.32.49,2	+ 8,73
8..	Weisse₁, H. X, 657	10.38.54,14	+2,14	80.32.49,2	+ 8,71

Étoile.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour. 1895,0.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
9..	Weisse₁, H. X, 657	10.38.54,14	+2,14	80.32.49,2	+ 8,70
10..	Weisse₁, H. X, 718	10.42.42,72	+2,14	80.36.43,2	+ 8,93
11..	Weisse₁, H. X, 657	10.38.54,14	+2,13	80.32.49,2	+ 8,65
12..	⅓[Munich₁ 9191. — Munich₂ 4883. — Albany 4723]	13.22.20,62	+2,36	86.25.52,5	+15,90
13..	⅓[Munich₁ 9191. — Munich₂ 4883. — Albany 4723]	13.22.20,62	+2,36	86.25.52,5	+15,84
14..	⅓[Albany 4697. — Weisse₂, H. XIII, 207. — Lalande 24738]	13.14.54,79	+2,35	86. 9.37,9	+15,38
15..	⅓[Albany 4679. — Munich₁ 9063. — Munich₂ 4830]	13.12.48,21	+2,35	86. 5.54,0	+15,22
16..	⅓[Albany 4679. — Munich₁ 9063. — Munich₂ 4830]	13.12.48,21	+2,35	86. 5.54,0	+15,17
17..	¼[Lalande 24703. — Munich₁ 9072. — Munich₂ 4834. — Albany 4686]	13.13.32,01	+2,35	85.45.34,5	+14,87
18..	¼[Lalande 24703. — Munich₁ 9072. — Munich₂ 4834. — Albany 4686]	13.13.32,01	+2,35	85.45.34,5	+14,80
19..	¼[Lalande 24703. — Munich₁ 9072. — Munich₂ 4834. — Albany 4686]	13.13.32,01	+2,35	85.45.34,5	+14,72
20..	¼[Lalande 24703. — Munich₁ 9072. — Munich₂ 4834. — Albany 4686]	13.13.32,01	+2,35	85.45.34,5	+14,57
21..	¼[Lalande 24703. — Munich₁ 9072. — Munich₂ 4834. — Albany 4686]	13.13.32,01	+2,34	85.45.34,5	+14,50
22..	μ Serpent (Berliner-Jahrbuch)	15.44. 8,36	+2,44	93. 6.31,1	+17,40
23..	⅓[Gœtt. 4437-8. — Schjellerup 5590-91. — Munich₁ 4756]	15.43. 3,65	+2,54	91.50.51,4	+17,05
24..	⅓[Gœtt. 4437-8. — Schjellerup 5590-91. — Munich₁ 4756]	15.43. 3,65	+2,56	91.50.51,4	+16,96
25..	Bonn, t. VI. — 1° 3087	15.38.17,09	+2,57	91.42.19,3	+16,93
26..	Cordoba 21325	15.38. 3,68	+2,60	114. 3.44,7	+15,93
27..	Cordoba 21325	15.38. 3,68	+2,70	114. 3.44,7	+16,29
28..	Cordoba 21325	15.38. 3,68	+2,71	114. 3.44,7	+16,35
29..	½[Cordoba 21271. — Argelander-Œltzen 14773]	15.35.44,35	+2,72	113.57.39,8	+16,42
30..	Argelander-Œltzen 14696	15.30.46,86	+2,74	113.57.56,3	+16 65
31..	D.M. — 21°. 4199. — Obs. méridienne Bordeaux	15.44. 8,09	+2,89	111.56.39,1	+16,81

Étoile.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour. 1895,0.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
32..	D.M. — 21°.4199. — Obs. méridienne Bordeaux	h m s 15.44. 8,09	s +2,90	° ′ ″ 111.56.39,1	″ +16,86
33..	$\frac{1}{5}$[Cordoba 30263. — Yarnall$_2$ 9962. Weisse$_1$, H. XXI, 1384. — Munich$_1$ 30248. — Washington Z. 115-138]	22. 2.11,32	+3,20	100.35.25,5	−12,47
34..	$\frac{1}{2}$[Argelander-Œltzen 21638. — Bordeaux 21 août 1887]	21.41.26,66	+3,88	104.59.55,1	−13,78
35..	Zones Cordoba, H. XVII, 565	17. 9.47,66	+3,48	114.11.28,4	+12,87
36..	Cordoba 23435	17.12.48,84	+3,49	114.23.25,1	+12,75

Positions apparentes des planètes.

Dates 1894-95.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
		(90) ANTIOPE.			
1894.					
Oct. 9...	h m s 9. 9.19,1	h m s 0.50. 2,50	$-\bar{1}$,402	° ′ ″ 87.48.50,7	−0,783
10...	9.57.29,5	0.49. 5,40	$-\bar{1}$,221	87.53. 7,3	−0,781
		(391) B.E.			
Nov. 17...	10.12.12,6	2.29.51,60	$-\bar{2}$,741	88.56.19,0	−0,787
18...	10.56.59,0	2.29.27,36	$+\bar{2}$,566	89.17.42,9	−0,790
		(372) A.H.			
1895.					
Janvier 26...	9.27.24,4	8. 7.59,13	$-\bar{1}$,492	49.50.32,3	−0,144
		(399) B.P.			
Mars 15...	9.31.18,9	10.42.21,68	$-\bar{1}$,244	80.37.33,9	−0,720
16...	9.38.23,7	10.41.30,69	$-\bar{1}$,190	80.37.19,0	−0,718
17...	10.29.55,5	10.40.38,91	$-\bar{2}$,747	80.37. 8,0	−0,712
18...	9.45.24,4	10.39.51,37	$-\bar{1}$,103	80.37. 1,2	−0,716
19...	8.29.35,4	10.39. 5,55	$-\bar{1}$,393	80.36.56,6	−0,726
22...	10.11.55,5	10.36.43,30	$-\bar{2}$,683	80.37.35,1	−0,712
		(306) UNITAS.			
Avril 29...	10.32.16,0	13.19.22,62	$-\bar{2}$,477	86.28. 1,8	−0,767
30...	9.29.14,3	13.18.36,83	$-\bar{1}$,378	86.23.45,6	−0,772
Mai 3...	9.51.58,9	13.16.18,82	$-\bar{2}$,841	86.11.30,3	−0,766

Dates 1894-95.		Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
1894.		h m s	h m s			
Mai	4...	10.36.51,9	13.15.34,08	+$\bar{2}$,326	86°. 7'.52",2	−0,764
	5...	10.29.42,6	13.14.51,91	+$\bar{2}$,236	86. 4.34,5	−0,764
	9...	9.19. 8,8	13.12.17,61	−$\bar{2}$,895	85.53.43,8	−0,763
	10...	9.41.44,4	13.11.41,24	−$\bar{2}$,477	85.51.36,3	−0,762
	11...	9. 2.31,1	13.11. 7,90	−$\bar{2}$,970	85.49.44,5	−0,762
	13...	10.18.56,6	13.10. 1,76	+$\bar{2}$,792	85.46.36,1	−0,762
	14...	10. 8.19,8	13. 9.31,68	+$\bar{2}$,841	85.45.25,7	−0,761
			(225) Henrietta.			
Mai	3...	10.56.26,5	15.46.29,25	−$\bar{1}$,334	93.10. 8,1	−0,816
	10...	10.28.28,1	15.41.55,25	−$\bar{1}$,325	92. 0.41,2	−0,809
	11...	9.46.19,0	15.41.15,02	−$\bar{1}$,402	91.51.21,9	−0,807
	12...	11. 5.13,1	15.40.30,77	−1,121	91.41.15,4	−0,808
			(349) Dembowska.			
Mai	3...	13.17.16,2	15.41.22,66	−$\bar{2}$,658	114. 3.39,1	−0,918
	9...	12. 8.44,5	15.36. 9,28	−$\bar{2}$,515	114. 1.44,6	−0,918
	10...	11.19.54,4	15.35.16,87	−$\bar{1}$,098	114. 1.11,1	−0,914
	11...	10.44.53,4	15.34.23,64	−$\bar{1}$,256	114. 0.31,4	−0,908
	13...	11.37.29,8	15.32.31,24	−$\bar{2}$,762	113.59. 2,2	−0,917
			(384) Burdigala.			
Mai	27...	10.11.14,7	15.47. 1,45	−$\bar{1}$,158	111.59.29,6	−0,906
	28...	9.41. 5,8	15.46. 6,06	−$\bar{1}$,280	111.58. 2,6	−0,900
			(354) A.			
Juillet	15...	10.45. 6,8	22. 5. 9,85	−$\bar{1}$,554	100.40. 0,5	−0,832
Août	15...	9.30.43,5	21.45. 1,74	−$\bar{1}$,444	104.54.57,4	−0,863
			(404) B.Y.			
Juillet	24...	9.57. 9,0	17. 7.40,05	+$\bar{1}$,071	114.10. 5,3	−0,915
	26...	10.12. 5,1	17. 7.26,06	+$\bar{1}$,211	114.22.35,5	−0,911

M. **P.-P. Dehérain**, en faisant hommage à l'Académie, au nom de M. *E.-C. Bertrand* et au sien, d'une brochure intitulée : « Julien Vesque, maître de Conférences à la Faculté des Sciences et à l'Institut agronomique », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut,

une Notice sur un botaniste éminent, M. Julien Vesque, que la Science a perdu au mois de juillet dernier.

» Cette brochure renferme, outre une courte Notice nécrologique que j'ai écrite au moment où j'ai appris la mort de M. Vesque, les discours prononcés à ses obsèques, et une étude étendue : l'*Œuvre botanique de M. J. Vesque*, par M. Bertrand. Les recherches de M. Vesque sur la circulation de l'eau dans les plantes sont aujourd'hui classiques; elles n'ont pas cependant l'importance de ses travaux sur la classification des espèces végétales bâtie sur leur structure anatomique. Cette étude exigeait un immense labeur; M. Vesque s'y est livré avec une ardeur sans limites qui a fini par lui coûter la vie. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de feu M. *Verneuil*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 60,

M. Lannelongue	obtient	36	suffrages,
M. Ollier	»	22	»
M. Lucas-Championnière	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Lannelongue**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux nouveaux Membres de la Commission du prix Lecomte, deux des Membres précédemment nommés faisant déjà partie de cette Commission comme appartenant au Bureau de l'Académie, et devant être remplacés.

MM. **Daubrée** et **Tisserand** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Com-

mission qui sera chargée de présenter une liste de candidats à la place d'Associé étranger, en remplacement de M. *Tchébichef*.

Cette Commission doit comprendre six Membres de l'Académie, et le Président en exercice.

MM. **Bertrand, Berthelot, Fizeau, Daubrée, Tisserand, Van Tieghem** réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage rapide de l'azote nitrique dans les produits végétaux.* Mémoire de M. **P. Pichard**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Troost, Schützenberger, Aimé Girard.)

« La méthode de dosage dont il s'agit repose sur la coloration que prend la brucine au contact de l'acide azotique libre ou dégagé d'un nitrate par l'action de l'acide sulfurique concentré. La mise en œuvre consiste à déposer une goutte du liquide renfermant le nitrate sur une assiette de porcelaine, à y mélanger une goutte d'acide sulfurique concentré et pur, et à y faire tomber quelques parcelles de brucine; puis, à étendre successivement d'eau distillée le volume de la liqueur nitrique, jusqu'à ce que la coloration ne se produise plus. A ce moment, le volume de liquide renferme, par litre, $0^{gr},0207$ d'azote nitrique, correspondant à $0^{gr},08$ d'acide azotique anhydre et à $0^{gr},15$ de nitrate de potasse pur. La méthode permet de doser 1 partie d'azote nitrique dans 50000 parties d'eau.

» *Mode opératoire.* — La matière organique est desséchée à 100° dans une étuve, puis pulvérisée finement. On en pèse 2^{gr} ou 4^{gr}, suivant la richesse présumée en acide azotique. On introduit la poudre dans un petit matras à col long et étroit. On y verse 20^{cc} d'eau distillée. On chauffe de manière à porter rapidement au voisinage de l'ébullition et à éviter des pertes de liquide à l'état de vapeur. A ce moment, on ferme hermétiquement le matras; puis, on agite de temps en temps, pendant un quart d'heure, en laissant le matras dans un endroit chaud, de façon à dissoudre complètement le nitrate. Après refroidissement, on filtre sur une couche de 10^{mm} à 15^{mm} de noir animal pulvérisé et lavé, reposant au fond d'un entonnoir sur un petit tampon d'amiante peu serré. Le liquide clair et incolore qui passe est reçu dans un petit matras qui supporte l'entonnoir. Durant la filtration, on couvre l'entonnoir avec une plaque mince de verre. On recueille ainsi de 10^{cc} à 15^{cc} de liquide. On ferme hermétiquement le matras jusqu'au moment du dosage.

» Pour le dosage, on prélève exactement, avec une pipette graduée, 2^{cc} de liqueur, qu'on place dans un verre à pied de 50^{cc} à 60^{cc}. Avec une baguette cylindrique de verre, arrondie à son extrémité, de 3^{mm} de diamètre, on prélève une goutte de liquide qu'on dépose sur une assiette de porcelaine blanche, à fond bien horizontal. Avec une autre baguette identique, on prélève dans un flacon une goutte d'acide sulfurique monohydraté pur. On fait tomber cette goutte avec précaution sur la liqueur nitrique; on mélange intimement les deux liquides avec un gros fil de platine, en étalant jusqu'au diamètre d'une pièce de 50 centimes. Puis, au milieu, on fait tomber brusquement, de la pointe d'un canif, un petit bloc de brucine en fins cristaux, de la grosseur d'une tête d'épingle. Une coloration rouge intense se manifeste immédiatement à la base du grumeau de brucine et s'élargit bientôt concentriquement. Dans le verre, on ajoute alors successivement 2^{cc} d'eau distillée, jusqu'à ce que la coloration cesse d'apparaître, après cinq minutes. Puis, on fait un deuxième essai plus précis, en procédant, près de la limite, par fractions de centimètre cube d'eau.

» Avec un peu d'habitude, le premier essai se fera très rapidement; car, à l'intensité de la teinte rouge fournie par la brucine dans la solution même, on jugera qu'on peut immédiatement doubler, tripler, quadrupler le volume de solution, sans cesser d'obtenir la coloration.

» *Calcul de la teneur en azote nitrique.* — Soient 2^{gr} de matière sèche mis en digestion avec 20^{cc} d'eau. A l'essai, pour ne plus obtenir la teinte rouge perceptible, on a dû ajouter, à 2^{cc} de solution, $10^{cc},4$ d'eau. Le volume est devenu $2 + 10,4 = 12^{cc},4$. Ce liquide renferme par centimètre cube $0^{gr},0000207$ d'azote nitrique. Or, la quantité de ce liquide qui correspond à 1^{gr} de matière solide est $12^{cc},4 \times \frac{10}{2} = 62^{cc}$.

» L'azote nitrique de 1^{gr} de matière est $0^{gr},0000207 \times 62 = 0^{gr},00128$ ou $0,128$ pour 100.

» *Dosage en présence d'un nitrite.* — Un nitrite en solution donne également la coloration par la brucine et l'acide sulfurique.

» A côté des moyens connus de déceler l'acide azoteux, nous signalerons l'action de l'acide chlorhydrique pur et concentré, exempt de chlore, employé comme l'acide sulfurique. Il décompose les nitrites sans attaquer les nitrates et permet de reconnaître avec la brucine un nitrite, en présence d'un nitrate.

» Quand on voudra doser exactement l'azote nitrique, on cherchera d'abord la présence de l'azote nitreux. On le dosera par les procédés ordinaires (Trommsdorf, Griess, Piccini). Puis, dans l'essai à la brucine par l'acide sulfurique, lorsque, par la dilution, la coloration aura diminué d'intensité, on ajoutera à la goutte de solution une fine gouttelette d'eau de chlore prélevée avec le fil de platine. On mélangera intimement. Après trois minutes, on ajoutera l'acide sulfurique, puis la brucine. L'action du chlore sur le nitrite est très rapide, presque instantanée, quand le nitrite est très dilué. Un léger excès de chlore ne nuit pas d'ailleurs à la réaction, n'atténue pas la coloration. L'acide chlorhydrique, en grand excès, n'est pas nuisible.

» Ce dernier essai fournit, à l'état d'azote nitrique, la totalité de l'azote oxygéné. Pour avoir l'azote nitrique même contenu dans la solution primitive, on retranchera du résultat la quantité d'azote nitreux trouvée précédemment.

» La présence d'un sulfite, d'un sulfure, d'un acétate n'atténue pas la coloration de la brucine.

» Le procédé est surtout avantageux pour le dosage de l'azote nitrique contenu dans les matières organiques non altérées, exemptes de nitrites. Il l'est encore pour les substances renfermant des nitrites, moyennant un dosage préalable de l'azote nitreux et son oxydation par le chlore avant l'essai à la brucine.

» D'une manière générale, il est applicable au dosage de l'acide azotique avec une exactitude suffisante; il est d'une exécution facile et prompte, et n'exige qu'un outillage peu compliqué. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observation de la nouvelle comète Perrine* (16 *novembre* 1895), *faite à l'observatoire de Marseille* (*équatorial d'Eichens de* $0^m,26$ *d'ouverture*); par M. **Esmiol.** (Présenté par M. Tisserand.)

Dates 1895.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comp.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″	
Nov. 18....	17.6.36	+2.16,29	+13.54,7	6:6	13.48.6,36	$-\bar{1},613$	89.9.24,8	−0,779

Position de l'étoile de comparaison.

★.	Asc. droite moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Autorité.
9[e]	$13^h45^m48^s,19$	$+1^s,88$	88°55′13″,1	+17″,0	9568 Munich.

« La comète a un noyau grenu de grandeur 9.10 et une queue de 5′ à 6′ d'étendue. »

ASTRONOMIE. — *Les neiges polaires de Mars.* Note de M. **Camille Flammarion**, présentée par M. Faye.

« Dans le but d'empêcher de s'accréditer une erreur relative aux neiges polaires de la planète Mars et pour confirmer en même temps l'observation de ces neiges, faite à l'observatoire de Juvisy et présentée l'année dernière à l'Académie (¹), je me fais un devoir d'exposer aujourd'hui la comparaison

(¹) *Comptes rendus*, 5 novembre 1894.

de nos observations avec celles qui ont été faites au grand équatorial de l'observatoire Lick.

» Je rappellerai d'abord que nos observations (¹) se résument comme il suit :

		Arc aréocentrique.	Largeur en kilomètres.
1894.	15 Juin	50°	3000
	1er Juillet	43	2520
	15 »	35	2100
	1er Août	30	1800
	23 »	15	900
	27 Septembre	11	660
	1er Novembre	5	300

» Le solstice d'été de l'hémisphère austral de Mars est arrivé le 31 août. On voit que les neiges ont commencé à diminuer longtemps avant cette époque.

» A l'observatoire Lick, l'astronome Barnard a pris au grand équatorial de $0^{m},91$ un grand nombre de mesures dont il donne le résumé suivant :

		Arc aréocentrique.	Largeur en kilomètres.
1894.	24 Mai	51°,6	3075
	19 Juin	42,8	2550
	14 Juillet	30,5	1810
	15 Août	17,2	1023
	14 Septembre	9,9	589
	8 Octobre	7,6	449
	11 Novembre	1,8	108

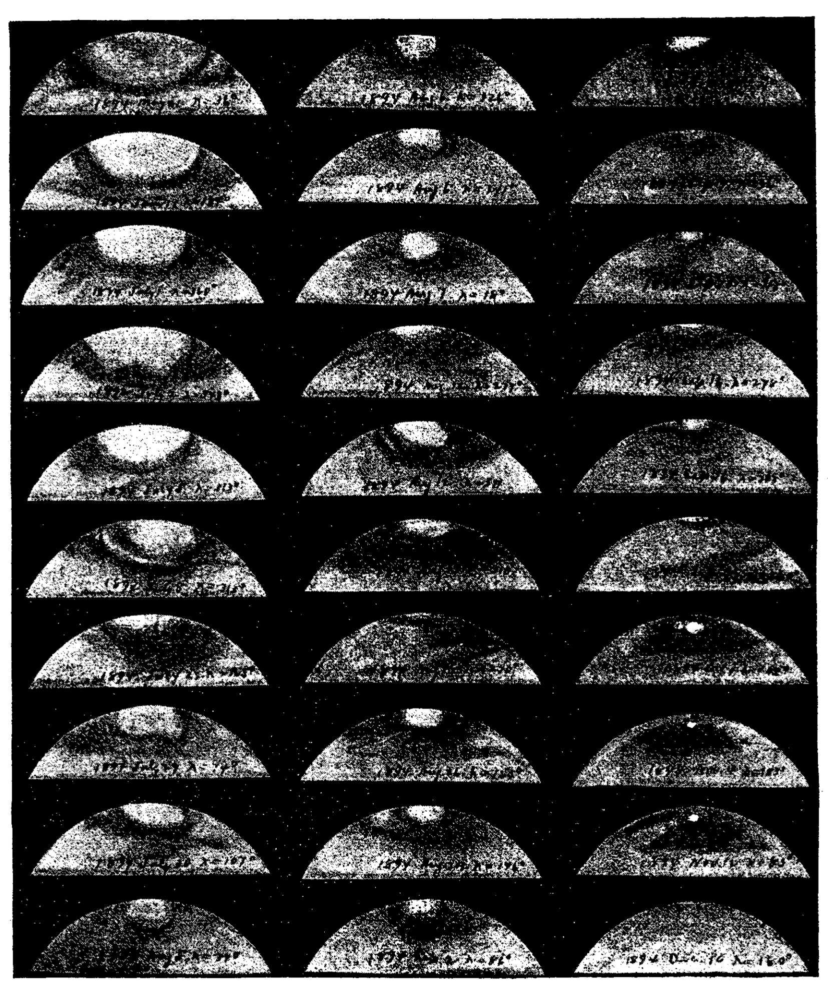
» La diminution des neiges est évidente et considérable dans ces deux séries de mesures, qui établissent en même temps qu'elles n'ont pas disparu au mois d'octobre, comme on l'a annoncé.

» M. Barnard a donné de ses observations les deux séries de figures que nous mettons sous les yeux de l'Académie et qui, comparées à celles que nous avons présentées l'année dernière, donnent une image très exacte de cette variation.

(¹) Ces observations ont été faites avec le concours de M. Antoniadi, fort habile observateur.

» Les nombres obtenus, reproduits ci-dessus, diffèrent, d'abord parce que les observations n'ont pas été faites aux mêmes dates, ensuite parce

Fig. 1.



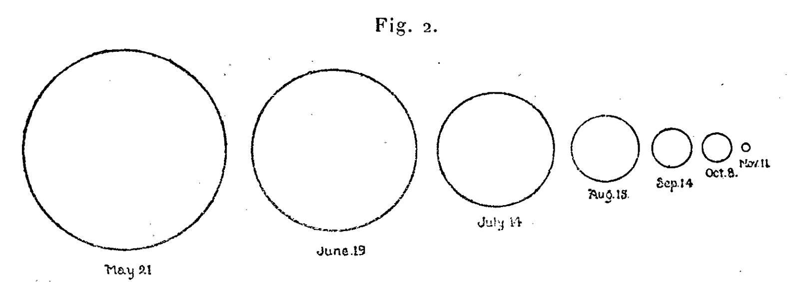
Variation de la neige polaire australe de Mars, observée au grand equatorial de $0^m,91$ de l'observatoire Lick.

que, l'instrument de l'observatoire Lick étant de beaucoup supérieur à celui de Juvisy ($0^m,91$ au lieu de $0^m,24$), l'irradiation de la neige polaire est de beaucoup diminuée pour le grand instrument et donne des diamètres moindres à la calotte polaire. Dans tous les cas, on voit que, à la date du 11 novembre, la largeur de la calotte polaire était encore de plus de 100^{km}.

» Le 12 novembre, M. Barnard écrivait encore : « Can easily see the » cap, definitively outlined. »

» Cette calotte polaire australe est à 6° environ ou 360^{km} de distance du pôle géographique, vers le 30e degré de longitude. A son minimum, on ne

Fig. 2.



Surface de la calotte polaire de Mars.

peut la voir sûrement que lorsque la rotation de la planète amène ce méridien de face pour l'observateur, et ce sont ces époques que nous avons choisies pour l'observation.

» Les neiges polaires boréales, très étendues, étaient déjà visibles en novembre 1894, malgré leur grande obliquité. »

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Sur le déplacement d'un trièdre trirectangle autour de son sommet, la position de ce trièdre dépendant de deux paramètres.* Note de M. **Maurice Fouché**, présentée par M. Poincaré.

« Si l'on considère un trièdre trirectangle Ox, Oy, Oz, mobile autour de son sommet, et dans lequel les cosinus directeurs de chaque arête sont des fonctions de deux variables u et v, on a, entre les composantes des rotations, quand u ou v varie seule, les relations bien connues :

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial v} - \frac{\partial p_1}{\partial u} &= qr_1 - rq_1, \\ \frac{\partial q}{\partial v} - \frac{\partial q_1}{\partial u} &= rp_1 - pr_1; \\ \frac{\partial r}{\partial v} - \frac{\partial r_1}{\partial u} &= pq_1 - qp_1. \end{aligned}\right.$$

» Si l'on effectue un changement de variables dans les valeurs des neuf cosinus, on trouvera, en désignant par u' et v' les nouvelles variables et

en accentuant les nouvelles valeurs des rotations,

$$p' = p\frac{du}{du'} + p_1\frac{dv}{du'}$$
$$p'_1 = p\frac{du}{dv'} + p_1\frac{dv}{dv'}$$

et quatre autres analogues, d'où l'on déduit immédiatement que les seconds membres des équations (1) sont simplement multipliés par le déterminant fonctionnel de la substitution

$$q'r'_1 - r'q'_1 = (qr_1 - rq_1)\left(\frac{du}{du'}\frac{dv}{dv'} - \frac{du}{dv'}\frac{dv}{du'}\right).$$

» Ces trois binomes constituent donc *trois* invariants relatifs à l'ensemble des positions du trièdre. Interprétée géométriquement, cette propriété d'invariance conduit au résultat suivant, qui du reste pourrait être établi géométriquement de la manière la plus simple :

Soient OR et OR′ les axes instantanés de rotation du trièdre quand u ou v varie seule, définis par les points dont les coordonnées sont, dans le trièdre mobile, p, q, r et p_1, q_1, r_1. Le point qui a pour coordonnées les trois invariants définit une droite OP, perpendiculaire au plan ORR′, laquelle reste invariable dans le trièdre quand on fait un changement de variables. La rotation autour de cette droite OP est nulle, quelle que soit la relation qu'on établisse entre les deux variables u et v, de sorte que cette droite peut être appelée un *axe de rotation nulle*, présentant ainsi une certaine analogie avec l'axe instantané de rotation, ou axe des vitesses nulles dans le déplacement dépendant d'une seule variable. De même que, dans ce dernier cas, le déplacement du trièdre peut être défini par le déplacement de l'axe instantané à son intérieur, de même, dans le cas de deux variables, le déplacement du trièdre peut être défini par le déplacement à son intérieur de l'axe de rotation nulle OP. J'ajouterai que la longueur de cet axe est l'aire du parallélogramme construit sur les deux axes de rotation OR et OR′.

» Il est fort aisé de démontrer les propriétés suivantes :

» *Si deux des invariants sont nuls, le troisième l'est aussi, et alors la position du trièdre ne dépend, en réalité, que d'un seul paramètre.*

Il est impossible que les trois invariants soient proportionnels à trois nombres constants sans être nuls tous les trois, ou, en d'autres termes :

» *L'axe de rotation nulle ne peut conserver une direction invariable dans*

le trièdre mobile, sans quoi le déplacement ne dépendrait que d'un paramètre.

» Ce dernier théorème, envisagé au point de vue analytique, n'est exact que si l'on suppose les invariants réels, car, dans le cas qui nous occupe, l'étude des équations (1) conduit seulement à ce résultat que la somme des carrés des invariants est nulle.

» *Si l'un des invariants est nul, la position de l'arête correspondante du trièdre ne dépend que d'un seul paramètre.*

» *Si les trois invariants vérifient une équation linéaire homogène à coefficients constants, il existe, dans le solide mobile, une droite dont la position ne dépend que d'un seul paramètre.*

» Les considérations qui précèdent sont peut-être de quelque utilité dans la théorie des surfaces, si l'on suppose le trièdre mobile formé de la normale à une surface et des tangentes aux courbes obtenues sur cette surface en faisant varier isolément soit u soit v. Alors il faudra joindre aux équations (1) les formules de Codazzi. Le cas où l'un des invariants est nul donne, soit les surfaces développables, soit les surfaces réglées, soit des surfaces quelconques où les courbes $v =$ const. sont les courbes conjuguées des courbes de contact d'une série de cylindres circonscrits. En cherchant toutes les surfaces qui admettent le même élément linéaire, avec la condition que l'un des invariants des positions du trièdre soit nul, on trouve, d'une part, la solution connue du problème qui consiste à déformer une surface réglée, avec conservation des génératrices rectilignes, et, d'autre part, on démontre qu'il est impossible de déformer une surface quelconque de manière qu'une famille de courbes conjuguées des courbes de contact d'une série de cylindres circonscrits jouisse de la même propriété sur la surface déformée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les propriétés électro-capillaires de l'acide sulfurique étendu.* Note de M. **Gouy**.

« Depuis mes premières publications sur l'électro-capillarité, je me suis préoccupé d'introduire dans ces mesures une précision plus grande, en vue de connaître exactement la fonction qui lie la hauteur h de mercure, équilibrée par les forces électro-capillaires, à la différence de potentiel V existant entre le mercure et l'électrolyte (différence qui n'est mesurée

qu'à une constante près). La disposition générale est la même qu'antérieurement : mesure directe de la colonne mercurielle, de hauteur variable; large mercure rendu impolarisable et séparé de l'auge de l'électromètre. Le mode d'observation a reçu des perfectionnements successifs, et les corrections sont faites à l'approximation de $0^{mm},01$. Je signalerai entre autres celle que nécessite la chute du potentiel produite par le courant qui traverse l'électromètre, correction qui n'est sensible, du reste, que lorsque l'électrolyse est proche.

» Des mesures très exactes sont nécessaires surtout pour déterminer point par point la dérivée $\frac{d^2h}{dV^2}$, qui joue un rôle important dans la théorie, d'après un théorème de M. Lippmann. Si l'on considère des valeurs équidistantes $V-\varepsilon$, V et $V+\varepsilon$, et qu'on mesure les hauteurs correspondantes h_1, h_2 et h_3, on a la relation approchée

$$(1) \qquad \frac{d^2h}{dV^2} = \frac{h_3 - h_2 - (h_2 - h_1)}{\varepsilon^2}.$$

» Le Tableau suivant donne la valeur absolue de cette dérivée, pour l'acide sulfurique plus ou moins étendu, déduite sans interpolation des nombres mesurés [1], mais *réduite par un calcul de proportion à la valeur qui conviendrait à une pointe qui donnerait* 1^m *pour le maximum de h, avec la solution normale d'acide sulfurique*. Ce maximum est, en réalité, suivant les tubes, de $0^m,60$ à $0^m,80$. L'unité de potentiel employée vaut $0^{volt},1385$ vrai, et l'unité de longueur est le millimètre; on a pris $\varepsilon = 1$, sauf pour les faibles polarisations, où la variation rapide de la dérivée oblige à prendre des points plus rapprochés. On a joint au Tableau les valeurs maxima de h.

---

[1]) On rend ces résultats plus exacts en tenant compte d'un terme en $\frac{d^4h}{dV^4}$ dans le second membre de (1), terme qu'on peut déduire des valeurs approchées de $\frac{d^2h}{dV^2}$; mais la correction est peu importante, et j'ai préféré, pour le moment, présenter les résultats bruts.

Les valeurs de V, inscrites au Tableau, sont les différences de potentiel entre la colonne mercurielle et le large mercure, rendu impolarisable au moyen de sulfate mercureux.

V.	1 vol. SO^4H^2 et 1 vol. d'eau.	1 vol. SO^4H^2 et 5 vol. d'eau.	1 équiv. SO^4H^2 pour 1 litre.	1 équiv. SO^4H^2 pour 10 litres.
—11	»	»	»	6,96
—10,5	»	8,25	7,34	»
—10	»	8,58	7,27	7,19
— 9,5	»	9,26	7,51	»
— 9	»	10,28	8,00	7,78
— 8,5	»	11,73	8,58	»
— 8	9,48	13,14	9,69	9,48
— 7,5	8,35	14,43	10,90	»
— 7	7,43	15,00	11,83	9,34
— 6,5	6,86	14,55	12,95	»
— 6	7,11	13,15	14,26	11,16
— 5,5	7,70	11,63	14,75	»
— 5	8,21	10,79	14,13	15,52
— 4,5	8,47	10,45	13,46	»
— 4	8,95	10,37	13,10	14,85
— 3,5	9,95	10,82	12,90	»
— 3	10,99	11,61	13,37	14,05
— 2,5	12,13	12,84	14,85	»
— 2	13,44	14,72	17,60	17,02
— 1,5	15,58	16,92	20,25	»
— 1	18,56	20,82	27,53	29,74
— 0,5	21,14	26,41	40,66	50,9
— 0,2	»	37,80	83	»
0	41,8	86,81	254	323
+ 0,1	»	173	400	»
Maximum de *h*.	984,5	996,5	1000	1001,2

» Ces résultats donnent lieu aux remarques suivantes :

» 1° Le maximum de *h* est d'autant plus petit que la solution est plus concentrée; pour des concentrations plus grandes, le maximum ne peut être déterminé, l'électrolyse ayant lieu auparavant. Les différences sont notables, quoique bien inférieures à celles que donnent d'autres corps, les iodures, par exemple.

» 2° La dérivée seconde est toujours négative; par suite, la courbe représentative de *h* ne présente ni point d'inflexion, ni tendance vers une valeur limite. Ce caractère s'est toujours présenté, avec les nombreuses solutions de substances diverses que j'ai eu l'occasion d'examiner depuis quelques années. Le contraire a été plusieurs fois affirmé, mais je regarde ce résultat comme dû à une méprise occasionnée par l'électrolyse, qui rend l'expérience illusoire.

» 3° La valeur absolue de la dérivée seconde n'est pas constante. On remarque d'abord un grand accroissement quand on approche de l'extrémité anodique de la courbe.

» Ce fait, comme l'a remarqué M. Bouty (¹), résulte plus ou moins nettement de toutes les mesures publiées précédemment. Les expériences actuelles montrent que cet accroissement est d'autant plus rapide et considérable que la solution est plus étendue; il ne paraît limité que par l'arrêt des expériences que nécessite l'électrolyse.

» 4° En dehors de sa variation finale, cette valeur absolue varie d'une manière assez complexe. En partant des fortes polarisations négatives, où elle est presque constante, elle augmente, passe par un maximum, puis par un minimum, enfin subit son accroissement final. Ce maximum et ce minimum sont d'autant plus effacés que la solution est plus étendue, en même temps que la valeur moyenne est plus grande, d'où résulte une différence de forme assez sensible entre les courbes relatives aux solutions étendues ou concentrées.

» 5° Ces mesures ont été faites au voisinage de 17°-18°. Les variations de température produisent une petite variation de h, mais l'étude n'en est pas terminée. »

CHIMIE. — *Action du phénol sur l'iodure mercureux.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. Troost.

« J'ai montré, dans une précédente Communication, que la décomposition de l'iodure mercureux par l'aniline en iodure mercurique et mercure est limitée, que la réaction est réversible et que, lorsque l'état d'équilibre est atteint, l'aniline contient une proportion d'iodure mercurique constante pour une température donnée (²). Je me propose de démontrer dans ce qui suit que l'iodure mercureux se comporte de même sous l'influence du phénol.

» Bien que la plupart des phénols (phénol ordinaire, thymol, résorcine, pyrogallol) exercent la même action sur l'iodure mercureux, je n'ai étudié que l'action du phénol ordinaire et j'ai choisi la température de l'ébul-

---

(¹) E. Bouty, *Sur les capacités de polarisation* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. III).
(²) *Comptes rendus*, 29 juillet 1895.

lition qui est celle à laquelle l'action est la plus marquée et aussi parce qu'on ne saurait étudier cette action à la température ordinaire, le phénol étant solide. Je dois dire en débutant que les phénols dissolvent en grande quantité l'iodure mercurique à chaud et le laissent déposer pendant le refroidissement. L'iodure mercurique se dépose sous la modification jaune et ne revient que lentement à la modification rouge. On dissout facilement à l'ébullition 10^{gr} d'iodure mercurique dans 100^{gr} de phénol ordinaire.

» 1° A la température de l'ébullition (180°), le phénol décompose l'iodure mercureux en mercure métallique qui se dépose et iodure mercurique qui entre en solution. La décomposition est complète si l'on emploie une grande quantité de phénol. On réalise l'expérience en chauffant quelques instants à l'ébullition le mélange de 100^{gr} de phénol et $2^{gr},50$ d'iodure mercureux.

» 2° Toujours à la température de l'ébullition, si le phénol est en moindre proportion, une partie de l'iodure mercureux reste intacte, mêlée au mercure provenant de la décomposition de l'autre partie. La décomposition est donc limitée. C'est ce qu'on observe en maintenant à l'ébullition le mélange de 100^{gr} de phénol et 10^{gr} d'iodure mercureux.

» J'ai constaté dans plusieurs expériences que, lorsque la décomposition s'arrête, l'état d'équilibre étant atteint, 100^{gr} du liquide contiennent $2^{gr},75$ d'iodure mercurique en solution, quantité qui reste fixe quelle que soit la durée de l'ébullition.

» 3° Inversement, si l'on fait agir sur le mercure métallique, une solution bouillante d'iodure mercurique dans le phénol, contenant plus de $2^{gr},75$ d'iodure mercurique par 100^{gr}, il se produit de l'iodure mercureux.

» On observe cette action en dissolvant, à l'aide de la chaleur, 10^{gr} d'iodure mercurique dans 100^{gr} de phénol, portant à l'ébullition, ajoutant un excès de mercure et agitant. On voit le mercure se ternir immédiatement, puis se couvrir d'une couche épaisse et verdâtre d'iodure mercureux. Le phénomène est donc réversible, mais l'action n'est pas complète; il reste de l'iodure mercurique libre en solution, quelle que soit la durée de l'ébullition. On constate, lorsque l'équilibre est atteint, que 100^{gr} de liqueur contiennent $2^{gr},75$ d'iodure mercurique en solution, c'est-à-dire la même quantité constatée plus haut, lorsqu'on faisait agir le phénol sur l'iodure mercureux et que la décomposition s'arrêtait.

» Pour établir la teneur en iodure mercurique, au moment où la décomposition atteint sa limite, j'ai opéré de la façon suivante :

» Dans un petit matras chauffé au bain de sable et muni d'un réfrigérant à reflux,

on chauffe 10^{gr} d'iodure mercurique avec 100^{gr} de phénol. L'ébullition étant atteinte, on agite presque continuellement pendant cinq minutes, sans laisser tomber la température; on replace quelques instants le matras sur le sable pour produire une ébullition nette. Le matras étant retiré du feu, le liquide s'éclaircit instantanément; sans perdre de temps, on décante dans un vase de Bohême conique de 400^{cc} environ, préalablement taré, une prise d'essai de 15^{gr} à 20^{gr}. Une nouvelle pesée, faite après refroidissement, fait connaître le poids de la prise d'essai. Le phénol se refroidissant laisse déposer une grande partie de l'iodure mercurique qu'il tenait en dissolution.

» Je fais l'analyse de ce mélange de la façon suivante qui donne des résultats exacts. Je laisse en repos douze heures pour permettre à l'iodure mercurique de passer à la modification rouge et verse alors, sur la prise d'essai, assez d'eau saturée à froid d'iodure mercurique pour dissoudre tout le phénol. Après agitation, l'iodure mercurique se réunit au fond du vase; il est lavé avec la même eau saturée d'iodure mercurique, et reçu sur un filtre. Le filtre est séché sur l'acide sulfurique, pesé, débarrassé de l'iodure mercurique par l'alcool bouillant, séché de nouveau et pesé. Il reste sur le filtre une petite quantité d'iodure mercureux que le phénol avait dissous.

» Le chauffage peut être prolongé bien plus longtemps qu'il a été dit sans modifier en rien les résultats. L'équilibre atteint persiste sans qu'il se produise d'actions secondaires.

» Pour étudier l'action inverse, on chauffe comme précédemment 100^{gr} de phénol et 10^{gr} d'iodure mercurique. A l'ébullition, la dissolution est complète, on ajoute alors 200^{gr} de mercure préalablement chauffé et l'on maintient l'ébullition pendant deux heures au moins en agitant fréquemment. On fait la prise d'essai comme précédemment.

» Ainsi, à l'ébullition, la décomposition de l'iodure mercureux par le phénol est limitée par la quantité d'iodure mercurique existant en solution. La décomposition s'arrête toujours quand 100 parties de liquide contiennent $2^{gr},75$ d'iodure mercurique. En présence du mercure métallique, si une solution d'iodure mercurique dans le phénol contient plus de $2^{gr},75$ d'iodure mercurique par 100^{gr}, elle forme de l'iodure mercureux jusqu'à ce que la teneur en iodure mercurique dissous soit descendue à $2^{gr},75$.

» Le phénol chargé de plus de $2^{gr},75$ d'iodure mercurique par 100^{gr} dissout à l'ébullition un peu d'iodure mercureux et le laisse déposer par refroidissement en cristaux microscopiques mêlés de beaucoup d'iodure mercurique. La quantité d'iodure mercureux ainsi dissous est très faible; elle est voisine de $0^{gr},05$ pour 100^{gr} de phénol. Dans les expériences précédentes l'iodure mercureux resté en excès, qui a subi la température de 100° en présence du phénol, est tout entier passé de l'état amorphe à l'état de petits cristaux microscopiques très nets. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le siliciure de manganèse*. Note de M. **Vigouroux**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note précédente, nous avons indiqué la préparation et les propriétés des siliciures de nickel et de cobalt de formule $SiNi^2$ et $SiCo^2$; nous donnerons aujourd'hui l'étude du siliciure de manganèse.

» Vers 1857, Brunner (¹) avait remarqué que le manganèse, obtenu en réduisant son fluorure ou son chlorure par le sodium, dans une nacelle de porcelaine, jouissait de propriétés tout autres que le métal provenant de la réduction de l'oxyde par le charbon. Peu après, Wœhler (²) constatait que ce manganèse, traité par l'acide chlorhydrique, abandonnait de la silice; les nombreux essais qu'il entreprit lui donnèrent des rugules titrant entre 0,6 et 13,37 pour 100 de silicium. Enfin, MM. Troost et Hautefeuille (³), dans un travail très important sur les chaleurs dégagées dans certaines combinaisons, ont fait connaître des siliciures à 8,2 et à 12 pour 100, contenant au plus 1 pour 100 de carbone.

» Nous avons préparé le siliciure de manganèse cristallisé de trois façons différentes : 1° action directe du silicium sur le métal; 2° action du silicium sur l'oxyde; 3° action du carbone sur un mélange de silice et d'oxyde.

» 1° En chauffant au four électrique, dans des creusets de charbon, des mélanges de silicium (10 parties) et de manganèse (90 parties) préparé par le procédé de M. Moissan, on obtient des culots métalliques, grisâtres, cassants qui, à l'œil nu, semblent formés de nombreux cristaux accolés; la plupart s'effritent facilement. L'eau, à l'ébullition, les attaque avec dégagement de gaz, dépôt de siliciure métallique et d'hydrate de manganèse. Lorsque ce liquide les a complètement désagrégés, on reprend le résidu par l'acide chlorhydrique étendu qui dissout l'oxyde et achève l'attaque du métal libre, en même temps qu'il attaque un peu le siliciure et qu'il dépose de la silice. On lave le résidu, on le traite rapidement par l'acide fluorhydrique étendu pour dissoudre la silice; puis, on lave à nouveau et l'on sèche. On obtient des cristaux dans lesquels le silicium et le manganèse répondent à la formule $SiMn^2$. Mais ils ne constituent pas une poudre homogène; examinés au microscope, ils sont souvent souillés d'oxyde de manganèse et entremêlés de cristaux verdâtres de siliciure de carbone.

(¹) Brunner, *Poggendorff's Annalen*, t. CI, p. 264.

(²) Wœhler, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CVI, année 1858.

(³) Troost et Hautefeuille, *Étude calorimétrique sur les carbures, siliciures, borures de fer et de manganèse* (*Annales*, 5e série, t. IX, année 1876).

» 2° En réduisant de même, au four électrique, des mélanges de silice (1 partie), oxyde salin de manganèse (3 parties) et de charbon de sucre (1 partie), nous avons obtenu des culots gris d'acier, généralement plus friables que les précédents, plus ou moins caverneux, et répandant à l'air une odeur de carbure d'hydrogène. Concassés et traités comme précédemment, ils abandonnaient encore du siliciure de manganèse, mais ils étaient fortement souillés de graphite et de siliciure de carbone. Comme ce dernier composé est plus difficile à attaquer que le corps à isoler lui-même, nous avons cherché à éliminer le carbone des préparations.

» 3° Nous avons placé, dans des nacelles en porcelaine, des mélanges bien tassés de silicium (7^{gr} à 10^{gr}) et d'oxyde salin (35^{gr} à 40^{gr}). Ces dernières étaient introduites dans des tubes de même matière traversés par de l'hydrogène bien sec, et chauffés à la température de ramollissement de la porcelaine dans des fours à réverbère alimentés par du charbon de cornue. Après refroidissement, chaque nacelle renfermait une scorie vitrifiée, de couleur violacée, au milieu de laquelle se trouvait un culot métallique pesant de 10^{gr} à 12^{gr}. Tous ces culots étaient sillonnés de nombreuses stries parallèles qui indiquaient la présence d'un corps cristallisé; leur surface était métallique, bien brillante et présentait, sous certaines incidences, des reflets jaune pâle. Fragmentés et traités par l'eau bouillante, ils étaient généralement peu attaqués. L'analyse a montré qu'ils répondaient à la formule $SiMn^2$. Ils nous ont servi à la recherche des principales propriétés de ce composé.

» *Propriétés physiques.* — Le siliciure de manganèse est un corps à éclat métallique, très dur et très cassant, parfaitement cristallisé. Son aspect est gris d'acier; sous certaines incidences, il présente des reflets jaune pâle. Sa densité à 15° est de 6,6; il est inaltérable à l'air et fusible à la température du four à réverbère.

» *Propriétés chimiques.* — Le fluor l'attaque dès la température ordinaire avec formation de fumées blanches dues au fluorure de silicium dégagé; si l'on chauffe à peine, il y a combustion avec flamme et incandescence. Le chlore sec agit vers 500° en produisant une vive incandescence; le chlorure de silicium est entraîné, et il reste dans la nacelle de beaux cristaux de chlorure métallique. Le brome et l'iode agissent plus difficilement.

» L'oxygène pur l'attaque au rouge; il en est de même de l'oxygène de l'air; mais, à la température ordinaire, ce dernier n'a pas d'effet.

» L'acide fluorhydrique, gazeux et sec, l'attaque facilement, surtout si l'on chauffe légèrement. De même, l'acide chlorhydrique agit avec incandescence bien avant le rouge; il se forme des vapeurs qui, amenées dans l'eau, abandonnent de la silice et de l'hydrogène; dans la nacelle, on trouve du chlorure de manganèse. L'acide iodhydrique, gazeux et sec, produit un effet analogue.

» L'eau n'a d'action ni à la température ordinaire, ni à 100°; au rouge, elle est décomposée, l'oxygène se fixe sur le siliciure, l'hydrogène se dé-

gage. Les acides étendus agissent rapidement; il se forme un sel de manganèse soluble et de la silice gélatineuse qui entrave de plus en plus l'attaque. Lorsque le siliciure renferme des carbures métalliques, les acides l'attaquent avec énergie en produisant un dégagement de carbures d'hydrogène à odeur désagréable. L'acide fluorhydrique l'attaque avec violence, parce que la silice n'entrave plus la réaction. L'acide azotique concentré l'attaque à chaud avec production de vapeurs rutilantes, d'azotate de manganèse qui se dissout et de silice qui se dépose. L'eau régale produit une action de même nature.

» La potasse en solution n'a pas d'effet; la potasse caustique l'attaque avec énergie à chaud, surtout lorsqu'il est bien pulvérisé. Il en est de même des carbonates alcalins en fusion, et d'un mélange de carbonate et d'azotate de potassium.

» *Analyse.* — Environ $0^{gr},200$ de siliciure *très finement porphyrisés* ont été traités, dans un creuset de platine, par un mélange d'azotate et de carbonate de potassium. L'attaque commence vers le point de fusion du mélange et se ralentit peu à peu, de sorte que, pour l'activer, il faut élever la température. Lorsqu'elle est complète, on a un mélange de silicate et de manganate alcalin. On place le creuset de platine dans une capsule contenant de l'acide chlorhydrique étendu; il se forme du chlorure de manganèse et de la silice. On évapore à siccité et l'on insolubilise la silice. En reprenant par l'acide chlorhydrique dilué, on obtient une liqueur contenant le manganèse. On filtre : sur le filtre reste la silice; le manganèse est ainsi séparé d'avec le silicium. On continue le dosage par les procédés habituels ([1]). L'analyse conduit à la formule $SiMn^2$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la toxicité de l'acétylène.* Note de M. L. **Brociner**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans la séance du 28 octobre, M. Gréhant a présenté une série d'expériences sur la toxicité de l'acétylène; ses conclusions concordant, à très peu près, avec celles que j'ai obtenues en 1887 ([2]), je tiens à rappeler quelles étaient les conclusions du travail que j'ai publié à cette époque.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Moissan.

([2]) Brociner, *Thèse* présentée à l'École de Pharmacie; Paris, 1887 (*Annales d'Hygiène et de Médecine légale,* 3e série, t. XVII, p. 454).

» 1° Le sang dissout environ les $\frac{80}{100}$ de son volume d'acétylène.

» 2° L'examen spectroscopique du sang chargé d'acétylène ne révèle rien de particulier : cette solution se comporte exactement comme le sang oxygéné normal et se réduit de la même façon et avec la même vitesse sous l'influence du sulfhydrate d'ammoniaque.

» 3° Sous l'influence du vide, le sang perd l'acétylène qu'il contient. La plus grande partie du gaz se dégage à froid, mais il est nécessaire de chauffer à 60° pour extraire la totalité.

» 4° Dans les solutions qui ont subi la putréfaction, la dose de l'acétylène qu'on peut extraire dans le vide va en diminuant avec le temps; il est à noter que le volume d'acétylène extrait à froid reste toujours à peu près le même et que c'est le volume du gaz extrait à chaud qui devient plus faible à mesure que la putréfaction est complète.

» 5° S'il existe combinaison réelle de l'acétylène et de l'hémoglobine, cette combinaison est certainement très instable et n'est nullement comparable, sous ce rapport, à la combinaison que forme l'hémoglobine avec l'oxyde de carbone.

» 6° L'acétylène, conformément aux conclusions de M. Berthelot, paraît n'exercer qu'une action toxique excessivement faible et qui n'est pas plus marquée que celle des carbures d'hydrogène ordinaires, tels que le formène, l'éthylène, le propylène. Les animaux, soumis à l'action de mélanges renfermant des doses considérables d'acétylène, ne succombent pas, même au bout de plusieurs heures, si l'on a soin d'opérer en présence d'une quantité d'oxygène suffisante et de renouveler le mélange gazeux de manière à empêcher l'accumulation des produits de la respiration de l'animal. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions de l'acide tartrique et des tartrates alcalins.* Note de M. **L. Magnier de la Source**, présentée par M. Armand Gautier.

« 1. Si, à une solution concentrée d'acétate de potasse, on ajoute une quantité d'acide tartrique relativement faible, mais plus que suffisante pour précipiter par un même volume de solution de sulfate de potasse, on n'obtient aucun précipité immédiat. Il s'en forme un léger au bout d'un temps assez long.

» L'addition d'un mélange d'alcool et d'éther rend la précipitation plus rapide. L'acide acétique en excès la rend immédiate.

» 2. Si, au lieu d'employer une solution concentrée d'acétate de potasse, l'on prend ce sel en solution étendue, et en même volume que en 1, l'addition de la même quantité d'acide tartrique provoque immédiatement la formation d'un précipité de tartrate acide de potasse.

» 3. Une solution concentrée d'acétate de potasse dissout abondamment le bitartrate de potasse. Cette solution de bitartrate dans l'acétate peut être étendue d'un volume considérable d'alcool sans qu'aucun indice de précipitation se manifeste; mais, vient-on à ajouter un excès d'acide acétique, un abondant dépôt de tartre se produit aussitôt.

» 4. Un tartrate alcalin neutre, additionné d'acide acétique et soumis à l'évaporation dans l'air sec, à la température ordinaire, est partiellement décomposé par l'acide acétique. La même décomposition partielle se produit lorsqu'on fait agir, dans les mêmes conditions, le bitartrate de potasse sur un acétate alcalin, les poids des deux sels étant dans le rapport des poids moléculaires. Après évaporation, l'acide acétique éliminé dans les deux cas représente 30 à 40 pour 100 du poids de l'acide introduit, même lorsqu'on a eu la précaution de reprendre le résidu par l'eau et d'évaporer à sec une seconde et même une troisième fois. Il reste donc toujours du tartrate neutre ou de l'acétate non attaqué (ou régénéré) en présence du bitartrate qui a pris naissance.

» 5. Le mélange $C^2H^4O^2 + C^4H^4M^2O^6$, additionné de $\frac{1}{2}(C^4H^6O^6)$, laisse dégager par évaporation spontanée à froid, dans l'air sec, les $\frac{95}{100}$ de l'acide acétique qu'il renferme.

» Avec une proportion double et triple d'acide tartrique ajouté, le poids de l'acide acétique éliminé représente 97 et 97,5 pour 100 du poids initial.

» 6. Le sulfate de chaux en excès décompose les tartrates alcalins neutres, suivant l'équation

$$SO^4Ca + C^4H^4M^2O^6 = C^4H^4CaO^6 + SO^4M^2.$$

» 7. Le sulfate de chaux en excès décompose partiellement le bitartrate de potasse, soit en solution aqueuse, soit en solution hydro-alcoolique. La réaction est limitée par une action inverse et l'équilibre est atteint lorsque la liqueur présente une acidité sensiblement égale au double de celle que possède une solution saturée de tartre dans les mêmes conditions de température et de milieu.

» 8. Le sulfate de chaux, en présence d'une solution d'acide tartrique dans l'acétate de potasse concentré, se comporte comme en 6, c'est-

à-dire que la production du sulfate de potasse s'élève proportionnellement à la quantité d'acide tartrique ajouté. Ici, la réaction n'est accompagnée d'aucun changement dans l'acidité du mélange, et tout se passe comme si le sulfate de chaux agissait sur un tartrate neutre.

» 9. Le sulfate de chaux, ajouté à la solution de la crème de tartre dans l'acétate de potasse, agit comme en 8; c'est-à-dire que la production du sulfate de potasse cesse d'être limitée ([1]).

» 10. La solution de sulfate de potasse, évaporée au bain-marie en présence d'acide tartrique, donne un résidu qui, combiné au rouge sombre, devient fortement alcalin et ne renferme plus la totalité de l'acide sulfurique introduit. La perte peut être supérieure à 10 pour 100 dans certains mélanges.

» La solution mixte de sulfate de potasse et d'acide tartrique, évaporée à froid dans l'air sec, donne un résidu qui, repris par l'alcool éthéré, cède de l'acide sulfurique à ce dissolvant, et la partie insoluble dans l'alcool éthéré, calcinée au rouge sombre, laisse une cendre fortement alcaline.

» 11. La solution de chlorure de potassium évaporée à froid en présence d'acide tartrique perd une partie de son acide chlorhydrique.

» Avec le chlorure de sodium, la perte en acide chlorhydrique est insignifiante. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'interprétation morphologique de la larve double dans les Ascidies composées du genre* Diplosoma. Note de M. Maurice Caullery, présentée par M. Edmond Perrier.

« Chez les Ascidies composées du genre *Leptoclinum*, l'œuf se développe en une larve (*fig.* 2), formée d'un seul ascidiozoïde. Cet individu, généralement appelé *oozoïde*, en produit, par bourgeonnement, d'autres que l'on appelle *blastozoïdes*.

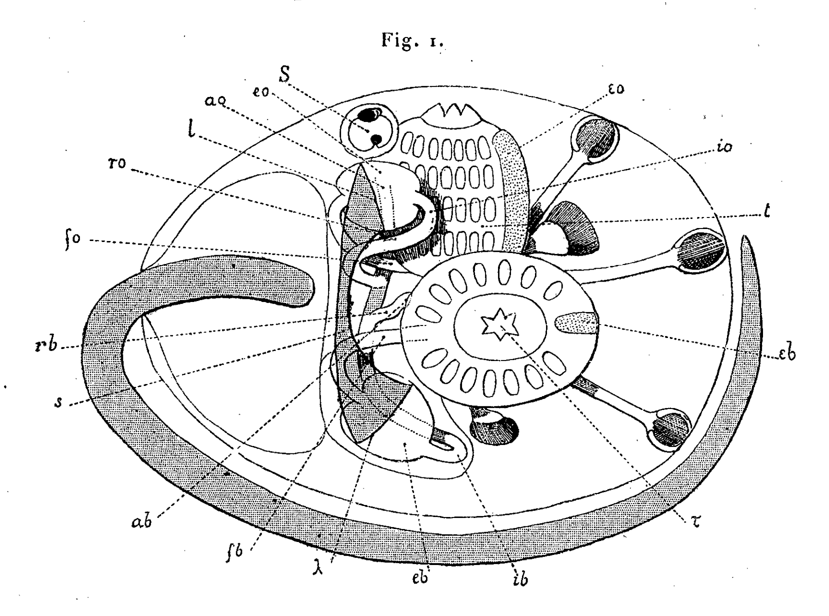
» Dans le genre *Diplosoma*, voisin du précédent, la larve (*fig.* 1), résultat du développement de l'œuf, est constituée à l'éclosion par deux individus que nous désignerons par O et B.

» Ils ne sont pas identiques. O possède seul les organes sensoriels S et les parties du système nerveux caractéristiques du têtard des Ascidies. B est semblable à l'un

([1]) MM. Roos et Thomas ont signalé ce fait en 1890 (*Comptes rendus*, t. CXI, p. 576).

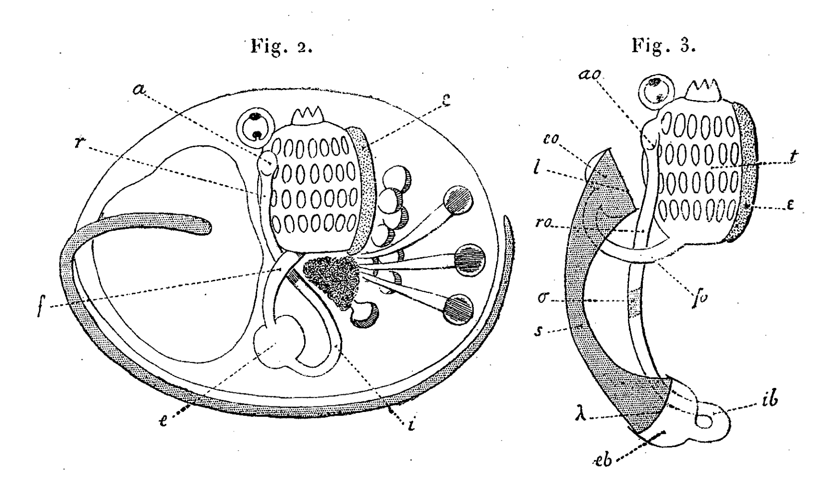
quelconque des individus formés ultérieurement par les processus connus du bourgeonnement. Nous constatons que les thorax t et τ des deux individus O et B sont

Fig. 1.



perpendiculaires entre eux. L'endostyle εo de O est parallèle au plan de la figure, celui εb de B est perpendiculaire à ce plan.

Fig. 2. Fig. 3.



» Notons encore qu'après la fixation du têtard et sa métamorphose, les deux individus, jusque-là intimement unis, se séparent.

» O est alors formé du thorax t et de viscères groupés autour d'une anse digestive composée de l'œsophage *fo*, de l'estomac *eo*, de l'intestin *io* et du rectum *ro* s'ouvrant par l'anus *ao* dans la cavité atriale.

» B a pour thorax τ et son anse digestive se compose des parties *fb*, *eb*, *ib*, *rb*, *ab*, correspondant à celles de l'énumération précédente.

» Les deux anses digestives, désormais isolées, étaient encore réunies, comme je l'ai constaté, au moment de l'éclosion, par deux formations (couvertes d'un pointillé dans les *fig.* 1 et 3) :

» 1° Une bandelette *s*, unissant les deux estomacs *eo* et *eb*, se raccordant avec eux suivant les lignes *l* et λ et constituant *le reste d'une large communication entre ces deux estomacs* pendant les phases antérieures du développement;

» 2° Un tube σ unissant les deux rectums *ro* et *rb*.

» Salensky [1] a fait récemment une étude très détaillée du développement de l'œuf chez *Didemnum* et chez *Diplosoma*. Pour cette dernière forme, l'auteur russe a suivi pas à pas le développement des divers organes dans chacun des deux individus; il conclut des processus observés que la larve double doit être considérée comme produite par la *division* de l'embryon ordinaire des Tuniciers en *deux individus équivalents*.

» Une autre interprétation est possible : l'ensemble des deux individus est la *réunion d'un oozoïde et d'un blastozoïde* né du premier suivant les lois du bourgeonnement dans ce groupe de Tuniciers. Le bourgeonnement, d'ordinaire plus tardif, se serait produit ici dès la période embryonnaire.

» C'est cette dernière interprétation qui est exacte suivant moi. Elle est déjà rendue vraisemblable par les considérations suivantes :

» 1° Les deux individus ne sont pas identiques : O est seul pourvu des organes larvaires provisoires; B a, au contraire, la structure d'un blastozoïde, comme nous l'avons dit plus haut;

» 2° Dans les cas où l'œuf produit un embryon double par *division*, les deux individus sont symétriques par rapport à un plan parallèle au plan de symétrie de l'embryon normal simple chez les formes voisines. Or il n'en est rien ici.

» Comparons maintenant la larve double de *Diplosoma* (*fig.* 1) à la larve simple de *Leptoclinum* (*fig.* 2) et considérons en outre la *fig.* 3 où je n'ai représenté qu'un certain nombre des parties de la *fig.* 1.

» Il y a homologie évidente entre l'oozoïde de *Leptoclinum* et l'individu formé par les parties groupées dans la *fig.* 3. Cette homologie résulte des connexions. L'oozoïde de *Diplosoma* apparaît donc comme constitué *mor-*

---

(1) W. Salensky, *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Synascidien*, I, II (*Mitth. a. d. zool. Stat. z. Neapel*, t. XI, p. 368-475 et 488-553, pl. 17-24; 1894-1895).

phologiquement par le thorax *t* et une anse digestive *fo, eo* (jusqu'à la ligne *l*), *s, eb* (à partir de la ligne λ), *ib*, σ, *io, ao* (¹).

» Prenons pour guide cette délimitation de l'oozoïde et reprenons l'étude détaillée du développement de la larve totale. Nous interpréterons facilement les faits décrits par Salensky. Le thorax τ, l'ensemble de viscères *fb, io, rb*, etc. se forment *aux dépens de l'oozoïde* (défini, ainsi que nous venons de le faire), *comme la somme d'un bourgeon thoracique et d'un bourgeon abdominal.* Il y a homologie entre les processus de ce bourgeonnement et ceux par lesquels sont réalisés les blastozoïdes suivants dans la colonie (rôle de l'épicarde, etc.). J'ai précisé ailleurs (²) la morphologie de ce bourgeonnement. Je ne puis insister ici sur le détail des faits.

» La formation du premier blastozoïde dans la colonie de *Diplosoma*, étant reportée à la période même, où s'ébauchent les organes de l'oozoïde, il en est résulté une déformation (³) de quelques parties (estomac, etc.), dont la signification est ainsi masquée à première vue. De plus, les deux individus se constituant simultanément et étant composés au total des mêmes organes, il se trouve que le groupement *physiologique* de ces organes définitivement formés n'est pas identique à celui qui correspond à leur signification *morphologique*. *Il y a échange de viscères* (*tube digestif*, *cœur*, etc.) *entre les individus* O *et* B. Les parties *s* et σ qui, à un examen superficiel, semblent supplémentaires et insignifiantes, sont essentielles et de première importance pour la compréhension de la larve. Elles représentent les restes rudimentaires des portions de l'anse digestive de l'oozoïde O, devenues inutiles par le nouveau groupement d'organes. Elles s'atrophient presque immédiatement quand, après la fixation du têtard, les divers organes des deux individus deviennent réellement fonctionnels.

» La larve de *Diplosoma* ne correspond donc pas à une division de l'embryon, mais doit être interprétée comme l'ensemble d'un oozoïde et d'un blastozoïde; celui-ci naît sur le premier par les processus ordinaires du bourgeonnement, qui entrent en action ici, dès le début de la période embryonnaire. C'est un phénomène d'*accélération évolutive*, et l'*hétérochronie* qui en résulte a pour conséquence un échange de viscères entre les deux

---

(¹) Pour simplifier l'exposé, je ne parle pas ici des autres organes (cœur, etc.) qui sont liés à l'anse digestive et pour lesquels il serait facile de justifier la même interprétation.

(²) MAURICE CAULLERY, *Contributions à l'étude des Ascidies composées* (*Bull. scient. de la France et de la Belgique*, t. XXVII, p. 101-107; 1895).

(³) Cette déformation ne se manifeste que dans les stades avancés du développement.

individus formés. Ce dernier fait, mis en évidence par l'anatomie comparée, montre en même temps que la larve double de *Diplosoma* ne peut être considérée comme une forme primitive ([1]). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des effets produits chez le lapin et chez le pigeon, par l'extraction de l'étrier ou de la columelle et la lésion expérimentale du vestibule membraneux.* Note de M. **Garnault**, présentée par M. Marey.

« C'est en 1776 que fut faite, par Jasser, la première intervention opératoire contre la surdité, la trépanation de l'apophyse mastoïde. Mais cette opération, mal appropriée au but que l'on se proposait d'atteindre, tomba, à juste titre, rapidement dans l'oubli.

» Cent ans après, en 1876, Kessel pratiqua les premières opérations rationnelles contre les surdités résultant d'altérations dans l'appareil de transmission du son, opérations consistant en la mobilisation ou l'extraction de l'étrier. En effet, lorsque la sensibilité de l'appareil percepteur est conservée, la surdité peut être logiquement comparée à la cataracte, et il doit suffire de faire disparaître l'écran s'opposant à la transmission des ondes sonores, pour rétablir l'audition, dans une mesure qu'il reste à déterminer.

» Flourens, dès 1824, avait démontré, en opérant, bien entendu, sans précautions antiseptiques, que l'on peut enlever l'étrier sans aucun danger pour la vie des animaux. Il est donc fort surprenant que cette opération ait été pratiquée si tardivement et que Kessel ait trouvé si peu d'imitateurs.

» Kessel, dès 1871, avant de songer à opérer sur l'homme, enleva la columelle chez le pigeon, l'étrier chez le chien et constata que l'opération ne déterminait l'apparition d'aucun trouble grave, que les animaux guérissaient très facilement, que dans la suite une membrane venait combler la fenêtre ovale et que l'audition reparaissait. Plus tard il lésa chez des pigeons, des chiens et des grenouilles, le vestibule membraneux, sans observer de réaction post-opératoire immédiate, ni aucune conséquence ultérieure fâcheuse pour les opérés.

» Botey publia, en 1890, un travail expérimental, fort bien fait, dans lequel il observa, pour la poule et le pigeon, le retour d'un très haut degré d'audition après l'extraction de la columelle. On peut lui reprocher de

([1]) Travail des laboratoires zoologiques de Wimereux et de l'École Normale supérieure.

n'avoir pas mis suffisamment en relief les travaux antérieurs de Kessel, de n'avoir, que dans deux cas, sectionné le tympan de néoformation, avant d'étudier le retour de l'audition chez les opérés, de n'avoir pas étudié histologiquement la membrane obturatrice du *pelvis ovalis*, de n'avoir pas recherché les effets de la lésion du vestibule membraneux et de n'avoir pas opéré sur des animaux plus rapprochés de l'homme.

» Straaten, en 1894, reprit ces expériences sur le pigeon; ses résultats concordent absolument avec ceux de Kessel et de Botey : il mérite les mêmes reproches que ses prédécesseurs, car son travail présente les mêmes lacunes, et de plus il commet la grave incorrection de ne pas citer les travaux de Botey.

» En 1893, un an environ avant la publication du Mémoire de Straaten, j'essayai l'extraction de l'étrier sur des chiens et celle de la columelle chez le pigeon, avec un résultat heureux dès le troisième opéré. Je ne pris que des précautions antiseptiques très incomplètes et n'observai de suppuration que dans un cas, sans grand inconvénient pour l'animal qui guérit d'ailleurs aussi facilement que les autres. Je ne perdis que mes deux premiers animaux, maladroitement opérés. Les animaux furent opérés sans chloroforme; ils ne manifestèrent, au moment même de l'extraction, aucune réaction et après l'opération je n'observai aucun trouble, passager ou durable, de la station ou du vol. L'audition des animaux opérés, des deux côtés, était très notablement diminuée pendant une dizaine de jours, mais au bout de deux à trois mois ils l'avaient récupérée, à tel point qu'il était difficile de les distinguer des animaux non opérés avec lesquels ils étaient placés.

» Je détruisis à trois reprises la membrane du tympan régénérée. La dernière fois, son pourtour fut cautérisé au nitrate d'argent : elle ne se régénéra plus.

» Je ne crus pas alors devoir publier ces expériences, en somme confirmatives de celles de Kessel et de Botey, mais je me crus autorisé à pratiquer chez l'homme l'extraction de l'étrier et je communiquai au Congrès de Rome, en 1894, trois opérations de cette nature.

» Dans la nouvelle série d'expériences que je viens de faire, j'ai laissé de côté, en le notant incidemment, le retour de l'audition, au sujet duquel mes expériences, ainsi que celles de Kessel, de Botey et de Straaten ne laissent aucun doute. Je voulais surtout me rendre compte par des expériences personnelles, chez le pigeon et chez le lapin, animal plus voisin de l'homme, de la gravité d'opérations que je désirais pratiquer sur

l'homme lui-même et dans lesquelles on est exposé à léser le labyrinthe membraneux.

» Lorsque nous avons acquis par l'épreuve de Rinne la certitude de l'intégrité du nerf acoustique et la preuve, par l'examen au moyen de la sonde et surtout par les pressions centripètes, que l'étrier est soudé par ankylose osseuse aux parois de sa niche, il y a indication formelle de l'enlever; car on sait, par les expériences faites chez les animaux, les extractions pratiquées chez l'homme dans des cas comparables, au point de vue de l'intégrité du nerf acoustique, mais où n'existe pas d'ankylose osseuse de l'étrier, que l'occlusion post-opératoire par une membrane de la fenêtre ovale et le retour d'un haut degré d'audition peuvent être considérés comme certains. Malheureusement, dans ces cas, les branches de l'étrier se brisent presque fatalement lorsqu'on se sert d'un crochet pour extraire l'osselet que l'on ne peut essayer d'enlever autrement sans s'exposer à léser le labyrinthe membraneux.

» Je résolus de produire de graves lésions de ce genre chez les animaux. Chez plusieurs pigeons j'ai dilacéré le labyrinthe membraneux en introduisant un levier par la fenêtre ovale. Sur un pigeon j'ai même renouvelé l'opération deux fois à trois semaines d'intervalle. J'ai pratiqué la même opération sur des lapins auxquels j'avais enlevé l'étrier en le luxant ou le brisant au moyen d'un levier aigu. Chez les lapins auxquels j'avais dû enlever le pavillon, la paroi postérieure du conduit et la paroi externe de l'attique, la plaie, bourrée d'iodoforme, fut suturée ou laissée en communication avec l'extérieur. Au moment où l'instrument pénétrait dans le labyrinthe, les pigeons faisaient un mouvement, les lapins s'agitaient beaucoup plus fortement (l'opération fut toujours pratiquée sans anesthésie); mais, pas plus chez les uns que chez les autres, l'opération ne fut suivie de troubles graves et surtout durables de la station, de la locomotion, du vol ou de la santé générale. Tous les animaux ainsi opérés guérirent aussi rapidement que ceux auxquels on avait simplement enlevé l'étrier; chez les pigeons, le retour de l'audition se produisit également dans les mêmes conditions. Il est extrêmement difficile d'apprécier le degré d'acuité de l'ouïe chez les lapins. La guérison des animaux s'est produite aussi bien lorsque je prenais des précautions antiseptiques que lorsque je n'en prenais aucune.

» Ces expériences autorisent évidemment à pratiquer chez l'homme, par tous les moyens, l'extraction de l'étrier soudé, lorsque l'appareil percepteur est intact, en raison des résultats considérables qu'on est en droit d'attendre de cette opération. Bien entendu, on opérera antiseptique-

ment et les lésions du labyrinthe membraneux que l'on est exposé à produire ne sont comparables, ni de près ni de loin, à celles que j'ai faites intentionnellement chez les animaux et qui ont cependant guéri si facilement.

» Dans un travail ultérieur j'exposerai le mode de formation et la structure de la membrane qui ferme la fenêtre ovale. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *La laccase dans les Champignons.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **G. Bertrand**, présentée par M. L. Guignard.

« Comme l'a établi récemment l'un de nous, il existe de la laccase (ferment soluble oxydant) dans un grand nombre de plantes phanérogames. Lorsqu'on verse quelques gouttes de teinture de résine de gaïac dans le suc cellulaire de ces végétaux, ce suc se colore immédiatement en bleu et cette coloration est caractéristique du ferment (1).

» Nous avons pensé que ce même ferment ou un ferment analogue devait se rencontrer dans les Champignons, végétaux chez lesquels les phénomènes d'oxydation sont, comme l'on sait, très énergiques. Cela était d'autant plus à prévoir que Schœnbein, dès 1856, avait déjà fait cette observation, passée inaperçue, que le suc de deux Champignons, les *Boletus luridus* Schaeff. et *Ag. sanguineus?* (2), possède la propriété de bleuir la teinture de gaïac et qu'il perd cette propriété sous l'action de la chaleur (3). Nous avons retrouvé, en effet, un ferment oxydant dans beaucoup de ces cryptogames.

» Nos recherches ont été étendues à deux cents espèces environ, appartenant surtout aux Basidiomycètes; quelques-unes appartenaient aux Ascomycètes et une seule, le *Reticularia maxima* Fr., aux Myxomycètes. Pour les Champignons à chapeau (Polyporés, Agaricinés), l'action de la teinture de gaïac a été essayée le plus souvent séparément sur le pied, le tissu du chapeau et les lames ou tubes constituant l'hyménophore; pour les autres, l'action a été essayée sur l'ensemble du végétal. Les propriétés du ferment ont été étudiées dans quelques espèces, notamment dans le

---

(1) G. Bertrand, *Sur la recherche et la présence de la laccase dans les végétaux* (*Comptes rendus*, CXXI, p. 166).

(2) Cet Agaric n'est certainement pas l'*Ag. sanguineus* (Wulf.), qui est un *Cortinarius;* car Schœnbein parle de bleuissement quand on le coupe. Peut-être s'agissait-il du *Boletus purpureus* Fr. (*Bol. sanguineus* Krombh.).

(3) Schœnbein, *Ueber Ozon und Ozonwirkungen in Pilzen* (d'après un résumé dans *J. f. prakt. Chemie*, LXVII, 1856, p. 496).

Russula fœtens, Pers. Toutes les parties de cette espèce, pied, chapeau et lamelles, se colorent immédiatement en bleu intense, au contact de la teinture de gaïac.

» 125gr de cette Russule ont été coupés et réduits en bouillie, puis celle-ci a été mise à macérer avec son poids d'eau chloroformée. Au bout d'une heure, on a filtré et obtenu environ 60cc d'un liquide jaune pâle au début, qui s'est coloré peu à peu en rougeâtre sale. Ce liquide présentait les propriétés d'une solution très active de laccase, donnant une coloration bleue avec la teinture de gaïac, une coloration brune avec le laccol, des cristaux de purpurogalline avec le pyrogallol, de la quinone et de la quinhydrone avec l'hydroquinone, et, enfin, une coloration brun foncé avec l'acide gallique.

» On l'a fait réagir sur l'acide gallique dans un ballon à robinet.

Acide gallique	1gr
Eau	100cc
Liquide	5cc

» On a constaté, après une heure d'agitation :

Oxygène absobé	15cc,9
Acide carbonique dégagé	13cc,9

» Après trois autres heures :

Oxygène absorbé	17cc,6
Acide carbonique dégagé	11cc,1

» En sorte que dans la première partie de l'expérience... $\frac{CO^2}{O} = 0,874$

et dans la deuxième partie... $\frac{CO^2}{O} = 0,630$

» Ces rapports sont, comme on voit, très élevés, ce qui indique la présence, dans le liquide, d'une diastase oxydante très active.

» Cependant, quand on ajoute un excès d'alcool au liquide primitif, on n'obtient qu'un précipité très faible, qui, repris par l'eau distillée froide, n'abandonne rien à celle-ci, tout en donnant encore un liquide très actif.

» Ajoutons que l'eau-mère alcoolique du précipité possédait également la propriété de bleuir fortement la teinture de gaïac. Le ferment est donc soluble dans l'alcool de moyenne concentration.

» D'autres *Russula*, — probablement la plupart des espèces du genre, puisque, sur 18 espèces examinées, nous n'avons pas trouvé d'exception — sont également riches en laccase; mais ce ferment est, en général, moins répandu dans les autres genres. A cet égard, nos recherches permettent de penser qu'il existe une certaine relation entre sa présence ou son absence et les affinités botaniques.

» Ainsi, dans les espèces du genre *Lactarius*, si voisin du genre *Russula*,

la présence de la laccase est presque aussi générale que dans celles de ce dernier. Sur 20 espèces examinées, deux seulement ont donné des résultats négatifs : les *L. mitissimus* Fr. et *subdulcis* (Bull.).

» Sur 5 espèces appartenant au sous-genre *Psalliota*, seul, le *Psalliota comtula* Fr. s'est montré sans action sur la teinture de gaïac. Au contraire, sur 12 espèces du genre *Cortinarius*, une seule, le *C. multiformis* Fr. renfermait de la laccase et seulement en faible quantité. D'ailleurs, le Tableau ci-dessous résume nos observations ([1]) :

Genre ou sous-genre.	Nombre d'espèces examinées.	Espèces contenant de la laccase.	Espèces ne contenant pas de la laccase.
Russula	18	18	0
Lactarius	20	18	2
Psalliota	5	4	1
Boletus	18	10	8
Clitocybe	9	5	4
Marasmius	6	0	6
Hygrophorus	6	0	6
Cortinarius	12	1	11
Inocybe	6	1	5
Amanita	7	2	5

» Dans le sous-genre *Amanita*, les *A. strangulata* Fr. et *vaginata* Bull. qui constituent la section des *Vaginaria* Forq. renfermaient, seules, de la laccase.

» Dans certains cas, la présence de laccase coïncide avec l'existence de principes odorants : ainsi en est-il pour le *Clitocybe odora* Bull. (odeur de coumarine) et l'*Inocybe pyriodora* Pers. (odeur de poire). Dans d'autres, elle coïncide avec l'existence de principes colorables à l'air; c'est ce qu'on remarque dans les *Boletus erythropus, cyanescens*, etc.

» Le ferment n'est pas toujours également répandu dans toutes les parties du Champignon. Souvent les lames et les tubes en sont dépourvus; très souvent aussi, on le trouve localisé dans certaines régions. Ainsi, chez les *Amanita strangulata* et *vaginata*, il n'y en a que dans la portion centrale (médullaire) du pied; chez le *Lactarius piperatus* (Scop.), ainsi que chez d'autres Lactaires, la coloration bleue par la teinture de gaïac se produit surtout dans les tissus internes du pied à l'exclusion de la région corticale.

(1) Dans l'emploi du réactif, on ne doit conclure à la présence de laccase que si la réaction se produit immédiatement ou au bout d'une demi-minute au plus.

» Enfin, il arrive parfois qu'une espèce ne renferme pas de laccase, lorsqu'elle est jeune et en renferme dans une période plus avancée. C'est ce qui a lieu pour l'*Hydnum repandum* L. et l'*Hypholoma lacrymabundum* Fr.

» Ces faits suffisent pour montrer que, si la laccase existe chez les plantes vertes, elle existe également, et dans des conditions peut-être plus faciles à étudier, chez les plantes dépourvues de chlorophylle. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la répartition des matières azotées et des matières minérales dans le pain.* Note de M. **Balland.**

« Dans une étude sur le pain, publiée en 1856, Rivot a trouvé une proportion de cendres un peu plus faible dans la mie que dans la croûte, les deux produits étant ramenés au même degré de dessiccation. Il en avait conclu que la croûte doit perdre une certaine quantité de matières organiques pendant la cuisson du pain et il évaluait, par le calcul, cette perte à environ 2 pour 100 de la pâte sèche employée (¹).

» En 1863, ces résultats ont été confirmés par Barral, qui avance que non seulement les cendres, mais aussi les matières azotées, sont en plus grande quantité dans la croûte que dans la mie. A l'état de siccité, le rapport moyen de l'azote de la croûte à l'azote de la mie serait même, d'après Barral, de 123 à 100 et la perte moyenne de la matière organique de 5 pour 100 (²).

» J'ai repris le travail de ces chimistes après avoir eu l'occasion de constater, comme Millon, que, en desséchant de la farine à 150° pendant neuf heures, il n'y a pas perte appréciable de matière organique, malgré la teinte jaune qu'elle prend, très comparable à la nuance de la croûte du pain ordinaire. Mes expériences ont été faites dans les mêmes conditions : la dessiccation a duré vingt-quatre heures (température, 100° à 105°); l'incinération a été poussée au même point; les matières azotées ont été dosées par le procédé Kjeldahl, dont j'apprécie la valeur et que j'emploie journellement pour l'analyse des denrées alimentaires.

(¹) Rivot, *Note sur l'examen des farines et des pains* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVII).

(²) Barral, *Étude analytique sur le blé, la farine et le pain* (*Comptes rendus*, t. LVI, p. 837).

Expérience I. — *Sur la pâte prise au centre d'un pain au moment de la mise au four.*

La pâte contient, pour 100......	Eau.................	45,50
	Pâte sèche...........	54,50
La pâte sèche contient, pour 100.	Matières azotées......	11,19
	Cendres.............	0,95

Expérience II. — *Sur un pain déposé sur une plaque de tôle pour éviter l'apport des cendres ou des matières terreuses venant de la sole du four.*

La mie desséchée prise au centre du pain contient, pour 100....	Matières azotées......	11,36
	Cendres.............	0,94
La croûte desséchée prise à l'extérieur, sur une épaisseur de 1mm, contient, pour 100......	Matières azotées......	11,19
	Cendres.............	0,96

Expérience III. — *Sur un second pain semblable au précédent.*

Poids au moment de la mise au four....................	248gr,7
Poids à la sortie du four..............................	184,8
Poids après dessiccation pendant vingt-quatre heures.....	135,2

» Soit 54,37 de matière sèche pour 100 de pâte.

Le pain entier finement pulvérisé et remis à l'étuve a donné, pour 100.	Matières azotées...	11,35
	Cendres..........	0,98

Expérience IV. — *Sur un troisième pain de la même fournée.*

Poids au moment de la mise au four......................	500gr
Poids après une dessiccation de quarante-huit heures à la sortie du four......................................	271gr

» Soit 54,20 de matière sèche pour 100 de pâte.

Expérience V. — *Sur deux pains de différente provenance.*

		Matières azotées.	Cendres.
Pain A.	Mie sèche pour 100................	11,44	0,85
	Croûte sèche pour 100.............	11,61	0,90
Pain B.	Mie sèche pour 100................	10,76	0,89
	Croûte sèche pour 100.............	10,60	0,83

» Expérience VI. — Quatre galettes de même poids et de même épaisseur, provenant d'une pâte faite simplement avec de la farine et de l'eau, ont été desséchées, l'une sans

passer par le four, la deuxième après avoir été maintenue au four pendant quarante-cinq minutes et les deux autres pendant soixante-sept minutes.

» On a obtenu

	A.	B.	C.	D.
	gr	gr	gr	gr
Poids au moment de la mise au four............	150,00	150,00	150,00	150,00
» à la sortie du four........................	»	113,20	101,50	102,60
» » après une dessiccation de 24 heures.	93,87	93,52	93,05	93,20
» » » de 40 heures.	93,37	93,52	93,10	93,30
Matières azotées pour 100 de produit desséché..	12,03	12,11	12,03	12,11
» grasses » » ..	0,10	0,12	0,12	0,14
» sucrées » » ..	1,25	1,39	1,47	1,39
Cendres...................................	0,95	0,94	0,98	0,92

» D'autre part, la farine desséchée pendant quarante heures et la même farine normale renfermant 13,68 pour 100 d'eau (farine tendre militaire, blutée à 20 pour 100) ont donné :

	Farine desséchée.	Farine normale trouvée.	Farine normale calculée à l'état sec.
Matières azotées, pour 100...........	12,03	10,56	12,22
» grasses »	0,60	1,26	1,46
» sucrées »	1,00	0,63	0,72
Cendres............................	0,90	0,76	0,88

» On voit, par cet exposé, qu'il n'y a pas plus de matières azotées et de matières salines dans la croûte de pain que dans la mie, lorsque ces produits ont été ramenés au même degré de déshydratation. Contrairement à l'opinion admise de Rivot et de Barral, la cuisson du pain se fait sans destruction de matière. Si les éléments constitutifs de la farine sont modifiés, comme je l'ai déjà signalé, par une perte de matières grasses et une augmentation de matières sucrées, leur poids ne varie pas d'une façon appréciable, et l'on peut avancer que le pain desséché ne renferme pas plus de matières nutritives que la farine sèche employée à le préparer. Il en résulte que la détermination de l'eau dans une farine permet d'évaluer mathématiquement la quantité de pain, à un degré d'hydratation voulu, qu'elle peut fournir et que la détermination simultanée de l'eau dans le pain et dans la farine qui a servi à le fabriquer permet de s'assurer que le rendement de la farine en pain n'a pas été exagéré par une addition illicite d'eau. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 DÉCEMBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Culte** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Lannelongue,* dans la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de feu M. *Verneuil.*

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Lannelongue** prend place parmi ses confrères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'extension des idées de Galois à la théorie des équations différentielles.* Note de M. **Émile Picard.**

« 1. J'ai indiqué, autrefois (*Comptes rendus,* 1883), une voie à suivre pour étendre aux équations différentielles linéaires la théorie de Galois relative aux équations algébriques. C'est un sujet sur lequel je suis revenu

récemment, et j'ai développé, avec quelques détails, dans les *Comptes rendus* (8 octobre 1894), les deux théorèmes fondamentaux de cette théorie. En traitant cette question dans mon cours de la Sorbonne, je m'aperçois qu'une équation auxiliaire, jouant un rôle essentiel, est définie dans cette Communication d'une manière trop particulière qui pourrait conduire à restreindre la notion de groupe de transformations.

» En nous bornant ici aux équations à coefficients rationnels, considérons l'équation

$$(1) \qquad \frac{d^m y}{dx^m} + p_1 \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + \ldots + p_m y = 0.$$

» Nous considérons une fonction V qu'on peut réduire à la forme

$$V = u_1 y_1 + u_2 y_2 + \ldots + u_m y_m,$$

les u étant des fonctions rationnelles arbitrairement choisies de x, et les y désignant un système fondamental d'intégrales. Cette fonction V satisfait à une équation d'ordre m^2

$$(2) \qquad \frac{d^{m^2} V}{dx^{m^2}} + P_1 \frac{d^{m^2-1} V}{dx^{m^2-1}} + \ldots + P_{m^2} V = 0,$$

les P étant rationnelles et les y s'exprimant linéairement en fonction de V et de ses dérivées. A toute intégrale de (2) correspond un système d'intégrales fondamentales de (1), à moins que V ne satisfasse à une certaine équation facile à former

$$(3) \qquad \varphi\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^k V}{dx^k}\right) = 0,$$

k étant au plus égal à $m^2 - 1$.

» En général, c'est-à-dire si l'équation (1) est prise arbitrairement, l'équation (2) n'aura aucune solution commune avec une équation différentielle algébrique (linéaire ou non linéaire) d'ordre inférieur à m^2, *si l'on fait abstraction des solutions qui satisfont à l'équation* φ.

» Mais il pourra dans certain cas en être autrement. Supposons donc que l'équation différentielle algébrique d'ordre p

$$(4) \qquad f\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \ldots, \frac{d^p V}{dx^p}\right) = 0 \qquad (p < m^2)$$

ait avec (2) une solution commune n'appartenant pas à φ. J'ai supposé (article cité) que cette équation était irréductible, c'est-à-dire n'avait aucune solution commune avec une équation d'ordre moindre. Cela n'est

pas nécessaire; il suffit de considérer, parmi toutes les équations algébriques telles que (4), celles qui sont d'*ordre moindre* et de prendre l'une d'elles que nous continuerons à désigner par f. On peut d'ailleurs admettre que l'équation f est algébriquement irréductible par rapport à $\frac{d^pV}{dx^p}$; il est clair alors que toute solution de f, qui n'appartient pas à φ, satisfait à (2), car autrement cette solution satisferait à une équation d'ordre inférieur à p.

» Tous les raisonnements faits dans l'hypothèse plus particulière que j'avais adoptée subsistent intégralement, et c'est ainsi qu'on est conduit, de la manière la plus satisfaisante, à la notion de *groupe de transformations* d'une équation linéaire, groupe qui est entièrement l'analogue du groupe de Galois pour une équation algébrique. On trouvera le développement complet de cette théorie dans le dernier fascicule du Tome III de mon *Traité d'Analyse*.

» 2. *Les considérations précédentes ne sont pas bornées aux équations linéaires,* quoiqu'elles conduisent pour les équations non linéaires à des résultats beaucoup moins simples. Considérons une équation algébrique d'ordre quelconque

$$F\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \dots, \frac{d^m y}{dx^m}\right) = 0.$$

» Soit

$$V = R(y_1, y_2, \dots, y_\mu)$$

une fonction rationnelle arbitrairement choisie de μ intégrales quelconques $y_1, y_2, \dots, y_\mu$ de l'équation précédente. On peut former l'équation différentielle d'ordre $m\mu$ à laquelle satisfait V, équation que nous désignerons par E. On aura d'ailleurs pour les y des fonctions rationnelles de V et de ses dérivées.

» Si l'équation F est arbitraire, l'équation E n'aura aucune intégrale commune avec une équation algébrique d'ordre moindre, si ce n'est avec certaines équations faciles à former et provenant de la supposition que dans V deux ou plusieurs intégrales y sont identiques; nous désignerons par φ l'ensemble de ces équations.

» Si l'on quitte le cas général, il peut arriver que E ait une intégrale commune, n'appartenant pas à φ, avec une équation différentielle algébrique d'ordre moindre; soit

$$f\left(x, V, \frac{dV}{dx}, \dots, \frac{d^pV}{dx^p}\right) = 0$$

une telle équation. Parmi les équations de cette sorte, considérons celle qui est d'*ordre moindre* (ou l'une d'elles s'il y en a plusieurs); cette équation conduit à une théorie toute semblable à celle que nous avons développée pour les équations linéaires. On aura alors une relation algébrique entre les intégrales $y_1, y_2, \ldots, y_\mu$ et leurs dérivées; *le groupe intervenant ici sera celui des opérations remplaçant dans cette relation ce système d'intégrales par un autre.*

» Outre que ce groupe d'opérations est loin en général d'être aussi simple que le groupe des substitutions linéaires rencontré dans l'étude des équations linéaires, un autre point vient donner à cette théorie un caractère tout différent : c'est l'indétermination du nombre μ que, dans le cas des équations linéaires, nous pouvions nous borner à prendre égal à l'ordre de l'équation. Je n'insiste pas, pour le moment au moins, sur ces considérations générales, d'autant que M. Drach s'occupe de son côté de l'application de la théorie des groupes à la théorie des équations différentielles, en se plaçant d'ailleurs à un tout autre point de vue que moi (voir *Comptes rendus*, janvier 1895). »

PHYSIQUE. — *Remarque sur un Mémoire de M.* Jaumann *intitulé* « *Longitudinales Licht* ». Note de M. **H. Poincaré.**

« M. Jaumann a publié récemment dans les *Sitzungsberichte* de l'Académie de Vienne un Travail rempli de vues ingénieuses, où il attribue les rayons cathodiques à des vibrations longitudinales de l'éther.

» Le fondement expérimental de sa théorie a donné lieu à une polémique dans laquelle je ne veux pas prendre parti. Je voudrais seulement faire une observation au sujet de ses calculs et des conséquences qu'il croit en tirer.

» M. Jaumann suppose que, dans les gaz raréfiés, le pouvoir diélectrique ε est variable et il arrive ainsi aux équations suivantes qui représentent les oscillations électriques dans un pareil milieu et que je transcris avec les notations de Hertz :

$$A\left[\varepsilon_0 \frac{dX}{dt} + X_0 \frac{d\varepsilon}{dt}\right] = \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy},$$
$$A\left[\varepsilon_0 \frac{dY}{dt} + Y_0 \frac{d\varepsilon}{dt}\right] = \frac{dN}{dx} - \frac{dL}{dz},$$
$$A\left[\varepsilon_0 \frac{dZ}{dt} + Z_0 \frac{d\varepsilon}{dt}\right] = \frac{dL}{dy} - \frac{dM}{dx}.$$

A est l'inverse de la vitesse de la lumière, X, Y, Z et L, M, N les composantes de la force électrique et de la force magnétique; ε est le pouvoir diélectrique, ε_0 la valeur moyenne de ce pouvoir; X_0, Y_0, Z_0 les valeurs moyennes de X, Y, Z.

» $\frac{dX}{dt}$ est très petit par rapport à X_0 et $\frac{d\varepsilon}{dt}$ par rapport à ε_0.

» Les variations de ε seraient définies par l'équation

$$k\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d\varepsilon_0 X}{dx} + \frac{d\varepsilon_0 Y}{dy} + \frac{d\varepsilon_0 Z}{dz} = \theta,$$

où k est une constante.

» Les équations deviennent alors

$$A\left[\frac{d\varepsilon_0 X}{dt} + \frac{X_0}{k}\theta\right] = \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy},$$
$$A\left[\frac{d\varepsilon_0 Y}{dt} + \frac{Y_0}{k}\theta\right] = \frac{dN}{dx} - \frac{dL}{dz},$$
$$A\left[\frac{d\varepsilon_0 Z}{dt} + \frac{Z_0}{k}\theta\right] = \frac{dL}{dy} - \frac{dM}{dx}.$$

Différentions la première par rapport à x, la seconde par rapport à y, la troisième par rapport à z et ajoutons, en remarquant que

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{d}{dx}\frac{d\varepsilon_0 X}{dt} + \frac{d}{dy}\frac{d\varepsilon_0 Y}{dt} + \frac{d}{dz}\frac{d\varepsilon_0 Z}{dt},$$

on trouvera

$$A\left[\frac{d\theta}{dt} + \frac{1}{k}\left(\frac{dX_0\theta}{dx} + \frac{dY_0\theta}{dy} + \frac{dZ_0\theta}{dz}\right)\right] = 0;$$

cette équation exprimerait que les rayons cathodiques, au lieu de se propager en ligne droite, suivraient les lignes de force.

» D'autre part, ils ne seraient pas déviés par l'aimant; M. Jaumann a bien démontré que la direction du plan de l'onde devrait être déviée par l'aimant; mais il n'en serait pas de même de la direction du rayon.

» Il faut donc, en tout cas, que M. Jaumann modifie ses hypothèses s'il veut rendre compte des faits. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la présence du sodium dans l'aluminium préparé par électrolyse.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Les différents expérimentateurs qui se sont occupés des propriétés de l'aluminium ont trouvé souvent des résultats contradictoires. Il en a été de même, lorsque, grâce à sa légèreté, quelques pays ont essayé de l'employer pour la fabrication des objets de petit équipement tels que gamelles, bidons et marmites, destinés à alléger le poids du sac du fantassin. Tantôt le métal s'est bien conduit et a présenté des qualités qui en ont fait préconiser l'emploi; tantôt, au contraire, il n'a produit que des déceptions.

» Ces difficultés tiennent surtout à la différence de composition de l'aluminium industriel. Nous avons déjà démontré que ce métal pouvait renfermer de l'azote et du carbone ([1]), et nous avons fait voir que dans ces conditions ses propriétés se modifient notablement. La charge de rupture et l'allongement diminuent avec rapidité. Ayant eu l'occasion de faire des analyses d'aluminium provenant des trois grandes fabriques établies actuellement à la Praz (France), Newhausen (Suisse), Pittsburg (États-Unis), nous avons rencontré une nouvelle impureté qui nous paraît avoir une importance très grande au point de vue de la conservation du métal. Nous voulons parler de la présence du sodium dans l'aluminium industriel.

» On peut démontrer l'existence du sodium dans quelques aluminiums de la façon suivante : On prend 250^{gr} de limaille préparée avec soin que l'on place dans une bouteille d'aluminium en présence de 300^{cc} d'eau distillée obtenue dans un alambic métallique. On abandonne le mélange à lui-même pendant deux semaines, en ayant soin tous les jours de le porter à l'ébullition. On jette ensuite sur un filtre ([2]), on lave à l'eau bouillante et le liquide recueilli, qui présente une légère alcalinité, est évaporé à siccité dans une capsule de platine. On chauffe au rouge sombre, la masse brunit; on ajoute de l'acide chlorhydrique pur étendu d'eau, et il

---

([1]) H. Moissan, *Impuretés de l'aluminium industriel* (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 12; 2 juillet 1894).

([2]) Dans cette expérience on obtient souvent une petite quantité d'alumine soluble, analogue sans doute à l'alumine colloïdale qui passe au travers du filtre et qui se précipite ensuite.

se produit un dégagement bien net d'acide carbonique. On évapore à sec à nouveau, on chauffe vers 300° pour chasser l'excès d'acide chlorhydrique, et l'on obtient un résidu qui présente tous les caractères du chlorure de sodium. On reprend par l'eau et l'on dose le chlore sous forme de chlorure d'argent. Du poids de ce dernier composé, on déduit la quantité de sodium enlevée par l'eau à la limaille d'aluminium.

» En faisant l'analyse complète du métal nous avons trouvé du sodium dans un certain nombre d'échantillons d'aluminium. La teneur variait entre 0,1 et 0,3 pour 100. Un aluminium préparé anciennement par la maison Bernard en renfermait 0,42 pour 100 ([1]).

» Lorsqu'un aluminium contient une petite quantité de sodium, il s'attaque par l'eau froide d'abord lentement, puis l'attaque se continue en augmentant d'intensité. En effet, si un petit volume d'eau non renouvelée se trouve en présence d'une lame d'un semblable aluminium, on voit tout d'abord une petite couche d'alumine se former sur le métal. Plusieurs jours après, le liquide fournit une réaction alcaline au papier de tournesol sensible. A partir de ce moment, la décomposition devient plus rapide. Sur tous les points où l'aluminium contient du sodium, il s'est produit un peu d'alcali qui réagit sur le métal pour donner un aluminate. Cet aluminate de sodium est ensuite dissocié par l'eau avec dépôt d'alumine et formation de soude; et, lorsque le liquide est légèrement alcalin, on comprend que la décomposition devienne beaucoup plus active.

» Les alliages que l'on pourra préparer avec un aluminium auront donc des propriétés toutes différentes, suivant qu'ils contiendront ou ne contiendront pas une petite quantité de sodium ([2]).

» C'est ainsi que, dans une étude sur les alliages d'aluminium et d'étain, M. Riche a indiqué que ces alliages décomposaient l'eau à la température ordinaire ([3]). J'ai pu faire préparer un semblable alliage à 6 pour 100 d'étain avec de l'aluminium bien exempt de sodium, et, dans ces conditions, après

---

([1]) La présence du sodium dans l'aluminium industriel indique que l'électrolyse du mélange de cryolite et d'alumine donne naissance à un certain nombre de réactions secondaires dans lesquelles le sodium peut jouer un rôle variable suivant la composition du bain et l'intensité du courant.

([2]) Il est donc indispensable, dans tous les essais à entreprendre sur ce sujet, d'établir d'abord la composition exacte de l'aluminium destiné aux expériences.

([3]) Riche, *Recherches sur les alliages de l'aluminium* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 6e série, t. I, p. 5).

un séjour de deux mois dans l'eau ordinaire, le métal s'est piqué en plusieurs endroits, a fourni de petites efflorescences d'alumine, mais il n'a produit aucun dégagement gazeux. Voici comment cette expérience a été faite : de l'aluminium exempt de sodium a été allié à 6 pour 100 d'étain en évitant l'action de l'azote et des gaz du foyer, car M. Franck a démontré que l'aluminium décompose au rouge l'acide carbonique et même l'oxyde de carbone. On a obtenu ainsi un alliage qui, laminé sous une forte pression, a donné :

Recuit : résistance.....	17,6	Écroui : résistance........	23,43
» élasticité......	8,20	» élasticité........	22,90
» allongement...	20	» allongement.....	6

» Une feuille de ce métal a été divisée en deux parties : la première a été placée dans de l'eau de Seine qui, tous les jours, était aérée par agitation; la deuxième a été disposée dans un verre de Bohême en présence d'eau de Seine sur laquelle se trouvait une couche d'huile de plusieurs centimètres. La température moyenne du laboratoire était voisine de 20°. L'expérience, commencée le 30 septembre, a duré deux mois. Pendant ce temps l'aluminium s'est recouvert d'efflorescences blanches; il s'est piqué sur presque toute sa surface, mais dans les deux cas il n'a dégagé aucune bulle d'hydrogène. Celui qui a séjourné dans l'eau agitée journellement s'est attaqué avec plus de rapidité.

» Cette expérience n'a été faite qu'avec un alliage à faible teneur d'étain. M. Riche a démontré que pour les teneurs élevées la décomposition de l'eau devenait très active et il a établi ainsi la raison qui doit faire rejeter tout essai de soudure de l'aluminium avec un alliage à base d'étain.

» L'aluminium, du reste, est un métal qui, recuit avec soin, se travaille très bien par l'estampage et par le laminage. Il ne faut donc lui demander que ce qu'il peut donner.

» M. Riche, à qui j'ai communiqué ces expériences avant de les publier, m'a dit avoir reconnu aussi la présence de sodium dans quelques échantillons d'aluminium.

» M. Moissonnier, pharmacien principal à l'Hôpital militaire Saint-Martin, qui a entrepris de longues recherches sur ce sujet, a rencontré de même un échantillon d'aluminium à 4 pour 100 de sodium.

» Il est un autre point important sur lequel nous croyons devoir insister à propos des alliages d'aluminium et, en particulier, de ceux de

cuivre. Tout alliage non homogène est d'une conservation très difficile.

» Dans son Mémoire sur l'équivalent de l'aluminium, Dumas a insisté déjà sur la non-homogénéité de l'aluminium préparé par le procédé de Deville ([1]).

» Nous avons eu souvent l'occasion de constater, sur des objets en aluminium estampés, la mauvaise influence de ce manque d'homogénéité. Si l'on abandonne de l'eau distillée dans un semblable vase, on voit, après une quinzaine de jours, se produire de petites piqûres blanches d'alumine hydratée. La tache s'entoure d'une auréole brillante, elle continue de grandir et, si l'on découpe cette partie attaquée, puis qu'on enlève l'alumine hydratée, on voit au microscope qu'il y a là le plus souvent une petite particule de carbone ou d'autre substance qui a formé un élément de pile et qui a désagrégé le métal sur une surface plus ou moins grande. Si, au lieu de laisser séjourner de l'eau sur cet aluminium non homogène, on y laisse séjourner une solution saturée de chlorure de sodium, le phénomène s'exagère et chaque particule de carbone produit une attaque de la feuille d'aluminium suffisante pour la percer.

» Cette formation de petits éléments de pile sur la surface de l'aluminium est la grande cause d'altération de ce métal.

» Au contraire, avec un métal bien homogène, ne contenant ni azote, ni carbone, ni sodium, aucun point d'attaque ne se produit et l'eau qui a séjourné sur le métal a conservé toute sa limpidité et ne renferme pas d'alumine.

» Le même phénomène se présente avec de l'alcool étendu d'eau, avec du rhum par exemple, et, dans le cas de l'aluminium de mauvaise qualité, il explique l'attaque de certains bidons, attaque qui peut se produire parfois avec une assez grande énergie ([2]).

» Je ferai remarquer aussi, en terminant, que l'aluminium, qui a une grande tendance à former un couple électrique avec tout autre métal, ne devra jamais être employé que seul.

([1]) Dumas. « Mais je reconnus ensuite que, dans l'aluminium impur, la distribution du fer et du silicium n'est pas uniforme » [*Mémoire sur les équivalents des corps simples* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 153)].

([2]) MM. le Dr Plage et Lebbin, dans les essais qui ont été entrepris au laboratoire Frédéric-Guillaume, de l'Institut de Berlin, attribuaient à l'action du tannin cette attaque de certaines surfaces d'aluminium (*Sur les bidons et marmites en aluminium,* Berlin, 1893).

» Une partie de fer ou de laiton au contact de l'aluminium produira toujours, en peu de temps, l'oxydation du métal et sa transformation en alumine. Tous les industriels qui ont eu à mettre en œuvre de grandes surfaces d'aluminium ont reconnu par expérience et à leurs dépens la généralité de cette décomposition.

» Nous n'avons pas à insister dans ce travail, fait au point de vue chimique, sur l'importance du recuit dans le laminage et l'estampage de l'aluminium. On sait que sans cette précaution le métal se crique avec facilité et devient impropre à toute application. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'origine de l'argon et de l'hélium dans les gaz dégagés par certaines eaux sulfureuses.* Note de MM. **L. Troost** et **L. Ouvrard.**

« Dans sa Communication relative à la présence de l'argon et de l'hélium dans les gaz dégagés par les eaux sulfureuses de Cauterets, M. le Dr Bouchard a signalé l'intérêt qu'il y avait à examiner au même point de vue, les gaz dissous dans les eaux qui coulent ou séjournent à la surface du sol.

» On pouvait, en effet, émettre l'idée que les gaz dégagés par les eaux sulfureuses proviennent exclusivement de l'atmosphère. La solubilité de l'argon pouvait faire admettre que les gaz, entraînés par les eaux de la surface dans la profondeur du sol, en remontaient avec ces mêmes eaux alcalinisées par un sulfure.

» Pour éclairer cette question, nous avons examiné les gaz extraits de l'eau de Seine (alimentant les laboratoires de la Sorbonne) et de l'eau de mer (recueillie à marée haute sur les côtes de l'Océan). Nous y avons recherché l'hélium, indépendamment de l'argon que nous étions sûrs d'y trouver, puisqu'il est plus soluble que l'azote, qui existe toujours dans l'eau en contact avec l'atmosphère.

» Ces gaz, recueillis avec les précautions ordinaires et dépouillés d'acide carbonique par la potasse, ont été traités de deux manières différentes. On en a enlevé l'azote, soit en faisant absorber ce gaz par du magnésium chauffé au rouge, soit en le combinant avec de l'oxygène sous l'influence des étincelles électriques en présence de la potasse.

» Ce dernier procédé, plus lent, donne une grande sécurité parce que

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 392.

le gaz, constamment renfermé dans le même tube de verre, sur le mercure sans transvasements, est à l'abri de tout mélange avec des quantités même très faibles des gaz de l'atmosphère.

» Le résidu gazeux obtenu était séché sur la potasse fondue et mis en communication, comme dans nos expériences précédentes [1], avec un tube de Plucker à électrodes de magnésium, dans lequel on a fait le vide à l'aide de la pompe à mercure.

» On effectue quelques balayages avec les gaz à examiner et chaque fois on fait de nouveau le vide. Enfin, après une dernière introduction de ces gaz, on détermine le passage de l'effluve entre les électrodes de magnésium.

» Le spectroscope indique toujours au début la présence de traces d'azote; mais, en prolongeant l'expérience, on arrive à les faire disparaître. Nous avons pu alors constater que les spectres fournis par les gaz des sources de Cauterets étaient notablement différents de ceux fournis par les gaz extraits de l'eau de Seine ou de l'eau de mer.

» Ces derniers donnent le spectre de l'argon et seulement des traces à peine sensibles et même souvent douteuses du spectre de l'hélium, tandis que les gaz recueillis au griffon de la Raillère, ou extraits par l'ébullition de l'eau de la même source, donnent très nettement les raies caractéristiques de l'argon et celles de l'hélium, et que les gaz recueillis aux griffons des sources du Bois donnent surtout les raies caractéristiques de l'hélium.

» L'hélium contenu dans les gaz dégagés par les sources minérales de Cauterets ne nous paraît donc pas pouvoir être attribué à l'atmosphère. Ce gaz provient probablement des roches contenues dans les terrains que ces eaux minérales ont traversés.

» La présence, constatée dans ces derniers temps, de l'hélium dans un certain nombre de minéraux tels que la clévéite, la broggérite, l'orangite, la monazite, etc., rend cette conclusion au moins possible, de sorte que, en dehors de toute considération médicale, l'étude des gaz dégagés par les eaux minérales tirerait un intérêt particulier de ce fait que ces gaz pourraient nous fournir de nouveaux renseignements sur les éléments des roches que ces eaux rencontrent dans les terrains d'où elles jaillissent. »

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 394.

M. **Bouchard**, à propos de cette Communication de MM. Troost et Ouvrard, ajoute les observations suivantes :

« J'avais, dans la Note que M. Troost a rappelée, dit que, suivant toute vraisemblance, l'action thérapeutique des eaux minérales où je signalais la présence de l'argon et de l'hélium n'était pas due à ces gaz. J'ajoutais que, si ces gaz étaient présents dans les eaux qui coulent ou qui séjournent à la surface du sol, la question serait tranchée, ces eaux n'ayant pas les vertus thérapeutiques des eaux minérales dont il était question. Mais si l'argon et l'hélium sont inertes, il n'en est peut-être pas de même des substances minérales avec lesquelles ils sont en combinaison.

» Il est établi, par la Communication de M. Troost, que l'hélium au moins est puisé par les eaux dans les profondeurs. Parmi les composés minéraux d'hélium, il en est peut-être qui, même à dose minime, pourraient exercer sur l'économie une action physiologique. L'effet, dans cette hypothèse, serait dû, non à l'hélium, mais au métal avec lequel il a pu se trouver en combinaison, à supposer que le composé ou ses dérivés aient une suffisante solubilité. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Structure des ganglions mésentériques du porc.* Note de M. **L. Ranvier.**

« Chez le porc adulte, on trouve à la base du mésentère un grand nombre de ganglions lymphatiques. Je ne les ai pas comptés, mais, à coup sûr, il y en a plus de cent. Ils forment comme un chapelet et reposent sur un organe rubané qui occupe aussi la base du mésentère, et dont l'aspect est spongieux. Cet organe, pendant la vie, est rempli de sang. Il est formé de tissu érectile ou caverneux. Au-dessous de lui, les artères mésentériques forment de nombreuses anses d'inosculation. Au delà, elles parcourent le mésentère en droite ligne jusqu'à l'intestin sans s'anastomoser de nouveau. Ce sont là des particularités anatomiques très curieuses et que je note seulement en passant; cependant, qu'il me soit encore permis de faire remarquer que le développement prodigieux des appareils vasculaires sanguins et lymphatiques, et surtout la présence de l'organe érectile rubané dont je viens de parler, doivent jouer un rôle important dans l'absorption intestinale si active chez le porc.

» Les ganglions lymphatiques du mésentère sont à peu près sphériques,

à moins qu'ils ne soient réunis et plus ou moins fondus ensemble, comme il arrive pour quelques-uns. Leur structure diffère par des caractères importants de celle des ganglions lymphatiques, en général, décrite dans tous les Ouvrages d'Anatomie et d'Histologie. Il n'y a, en effet, dans ces ganglions, ni sinus, ni cordons folliculaires, mais seulement des follicules sphériques, ayant de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre, disséminés, au hasard, dans toutes les parties du ganglion, aussi bien à son centre qu'à sa périphérie. Cela s'observe très clairement sur des coupes faites après l'action successive de l'alcool au tiers, la gomme et l'alcool, puis le traitement par le pinceau.

» Les follicules sont entourés d'une pseudo-capsule qui les limite, sans cependant les isoler du tissu intermédiaire, ainsi qu'on va le voir. Du reste, ce tissu intermédiaire, les pseudo-capsules et les follicules eux-mêmes ont la même structure. Les follicules sont seulement caractérisés par la présence du réseau capillaire que l'on trouve dans tous les follicules lymphatiques quels qu'ils soient.

» J'ai dit que la capsule des follicules est une pseudo-capsule. En effet, si l'on injecte de bleu de Prusse, par piqûre, un ganglion mésentérique, on voit le liquide coloré se répandre régulièrement dans toutes les parties du ganglion : follicules, pseudo-capsules et tissu intermédiaire. On constate qu'il en est réellement ainsi en examinant des coupes du ganglion injecté, faites suivant les procédés classiques.

» En réalité, le ganglion tout entier est formé de tissu conjonctif réticulé et la lymphe peut circuler dans toutes les mailles de ce tissu, aussi bien celles des follicules, des pseudo-capsules, que celles des régions interfolliculaires. Quant au tissu réticulé, on sait depuis longtemps qu'il est formé de travées conjonctives tapissées de cellules endothéliales, comme le grand épiploon. Pour aller plus loin dans la connaissance de la signification morphologique du tissu conjonctif réticulé, il faut étudier le développement des vaisseaux et des ganglions lymphatiques. C'est ce que je ferai dans de prochaines Communications. Aujourd'hui qu'il me soit permis de dire qu'un ganglion lymphatique doit être considéré simplement comme une poche, une sorte de vessie, dans laquelle circule la lymphe au sortir des afférents pour arriver aux efférents. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine (16 novembre 1895) faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet *et* L. Picart. Note de M. **G. Rayet** (¹).

Comète Perrine (16 novembre 1895).

1895.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	Δ℘ comète.	Observateurs.
		h m s	m s		
Nov. 20...	1	9.17.14,17	+1.23,23	— 7.43″,24	G. Rayet
21...	2	8.57. 6,66	+4.57,51	+ 1.33,44	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1895,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	°	
1...	½ (Gœtt., 4097-98. — Schjellerup, 4981)	13.51.20,92	+1,91	90.22′.18″,4	+17″,04
2...	½ (Gœtt., 4095-96. — Paris, obs. de 1882)	13.50.13,14	+1,94	90.47.16,4	+17,14

Positions apparentes de la comète Perrine.

Dates 1895.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Nov. 20.....	17.17.23,4	13.52.46,06	$-\bar{1},595$	90°.14′.52″,2	—0,797
21.....	16.53.23,3	13.55.12,59	$-\bar{1},609$	90.49. 7,0	—0,798

» La comète présente un noyau de 7ᵉ-8ᵉ grandeur enveloppé d'une chevelure de près d'une minute de diamètre prolongée par une queue d'environ 15′.

» Avec une observation de Kiel du 19 et nos deux observations de Bordeaux, M. Kromm a calculé pour la comète les éléments suivants :

T = 1895 décembre 15,9048 T. M. Paris.

$$\left.\begin{aligned}\omega &= 247^\circ.41'.51''\\ \Omega &= 304.\ 0.53\\ i &= 149.14.50\end{aligned}\right\}\text{ Équinoxe moyen de 1895,0.}$$

$\log q = \bar{1},43126.$

» Ces éléments prouvent que la comète se rapproche rapidement du Soleil et de la Terre. La distance périhélie étant petite, environ 0,3, la comète doit devenir très belle. »

(¹) Cette Note était parvenue à l'Académie dans la séance du 25 novembre.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Ch.-V. Zenger adresse une Note ayant pour titre « Études de Physique moléculaire ».

L'auteur dit avoir trouvé une relation simple entre la densité et la chaleur spécifique des éléments chimiques : cette relation lui paraît permettre d'envisager sous un jour nouveau les actions moléculaires qui ont présidé à la formation des éléments eux-mêmes; c'est peut-être en imitant les conditions caractéristiques des époques géologiques les plus éloignées, qu'on pourrait parvenir à transformer les propriétés physiques et chimiques de ces mêmes éléments.

(Commissaires : MM. Friedel, Cornu, Armand Gautier.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux Volumes de M. *Henri de Parville*, intitulés : « Causeries scientifiques, trentième et trente et unième année ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift* (1895 *août* 20), *faites au grand télescope, et de la comète Perrine* (1895 *novembre* 16), *faites à l'équatorial de* $0^m,25$, *à l'observatoire de Toulouse*; par M. **Rossard**. (Présentées par M. Tisserand.)

Comète Swift.

Dates 1895.	Temps moyen de Toulouse.	ΔÆ.	ΔⒹ.	Nombre de comp.	Æ app.	Log fact. parall.	Ⓓ app.	Log fact. parall.	⋆.
	h m s	m s			h m s				
Nov. 16...	6.27.53	−0.16,04	− 0′. 5″,7	16:12	1.36.16,96	$\bar{1},526_n$	+4°. 8′.51″,5	0,761	1
16...	9.13.21	−0.12,41	+ 0.14,9	18:20	1.36.20,59	$\bar{2},872_n$	+4. 9.12,1	0,747	1
16...	11.50. 1	−0. 9,58	+ 0.42,4	18:20	1.36.23,42	$\bar{1},321$	+4. 9.39,6	0,751	1
17...	6.53.44	+0.14,09	+ 3.59,9	15:20	1.36.47,09	$\bar{1},476_n$	+4.12.57,1	0,758	1
Comète Perrine.									
Nov. 21...	17.23.19	−0.47,50	+11. 2,9	24:28	13.53.40,53	$\bar{1},594_n$	−0.27.19,9	0,784	2
26...	16.55.24	+0.54,88	+ 4.18,8	9: 8	14. 9.56,01	$\bar{1},612_n$	−4.13.38,1	0,792	3
26...	17.52.45	+1. 3,04	+ 2.24,9	12:12	14.10. 4,17	$\bar{1},563_n$	−4.15.32,0	0,797	3
28...	17. 0.57	−0.21,98	− 8.53,1	18:20	14.17.19,24	$\bar{1},610_n$	−5.54.22,4	0,796	4
28...	18.17.32	−0. 9,74	+ 5.47,4	18:20	14.17.32,63	$\bar{1},531_n$	−5.57.24,4	0,809	5

Positions des étoiles de comparaison.

Dates.	★.	Gr.	Æ moy. 1895,0.	Réduction au jour.	Ⓓ moy. 1895,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Nov. 16.	1	8.5	$1^h36^m28^s,89$	$+4^s,11$	$+4°8'30'',5$	$+26'',7$	Albany 480
21.	2	9.3	13.54.26,11	+1,92	−0.38. 5,7	−17,1	Munich₁ 9705
26.	3	8.0	14. 8.59,14	+1,99	−4.17.39,8	−17,1	Kam 2654
28.	4	8.0	14.17.39,19	+2,03	−5.45.12,3	−17,0	½(Schjellerup 5109 + Munich₁ 10099)
28.	5	8.4	14.17.40,34	+2,03	−6. 2.54,8	−17,0	Munich₁ 10100

ASTRONOMIE. — *Note sur la formation du calendrier;* par M. **A. Auric.**

« L'année solaire est égale à $365^j,2422169\ldots$ tandis que les divers calendriers donnent :

Calendrier julien .... $365 + \frac{1}{4} = 365^j,25$

» grégorien ...... $365 + \frac{1}{4} - \frac{3}{400} = 365^j,2425$

» perse .... $365 + \frac{8}{33} = 365^j,24242424\ldots$

» Le calendrier perse, qui est le plus approché, donne cependant une erreur d'un jour au bout de cinq mille ans environ.

» Si l'on réduit en fraction continue la partie fractionnaire du nombre représentant la durée de l'année solaire, on trouve les réduites successives

$$\frac{1}{4},\quad \frac{7}{29},\quad \frac{8}{33},\quad \frac{31}{128},\quad \frac{39}{161},\quad \frac{70}{289},\quad \frac{319}{1317},\quad \ldots$$

» La première réduite correspond au calendrier julien, la troisième au calendrier perse. Il nous paraît possible d'obtenir une approximation bien plus grande qu'avec ce dernier calendrier, en adoptant la quatrième réduite, ce qui conduirait à une manière de compter très analogue à celle du calendrier grégorien. Il suffirait de dire que « toutes les années dont le » millésime est divisible par 4 sont bissextiles, sauf celles dont le millé- » sime est divisible par 128 », règle qu'il serait très facile d'appliquer.

» Avec cette hypothèse, le calendrier donnerait pour l'année

$$365 + \frac{31}{128} = 365^j,2421875.$$

» L'approximation serait près de dix fois supérieure à celle du calendrier grégorien. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation de Lamé.* Note de M. **G. Floquet**, présentée par M. Darboux.

« Soit une équation différentielle linéaire, homogène, à coefficients elliptiques, de mêmes périodes 2ω et $2\omega'$. Je me propose ici de développer sur un exemple simple une méthode qui, dans certains cas, permet d'obtenir aisément les conditions d'uniformité de l'intégrale générale, puis son expression sous forme explicite. Je prends pour exemple une équation du second ordre, admettant un seul point singulier $x = \alpha$ dans le parallélogramme des périodes.

» Considérons une pareille équation. Si ses intégrales sont méromorphes, elle peut se mettre sous la forme

$$(1)\quad \left(\frac{d}{dx} - A_2\right)\left(\frac{d}{dx} - A_1\right)y = \frac{d^2y}{dx^2} - (A_1 + A_2)\frac{dy}{dx} + \left(A_1 A_2 - \frac{dA_1}{dx}\right)y = 0,$$

où A_1 et A_2 sont des fonctions elliptiques de x, aux périodes 2ω et $2\omega'$, n'ayant que des pôles simples, à résidus entiers, et satisfaisant, pour chacun de ces pôles, à la condition $R_{21} = 0$ [1]. Les pôles des A, situés dans le parallélogramme des périodes, sont d'abord le point α, puis m pôles propres $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_m$. Comme les résidus de A_1 et de A_2 relatifs aux β sont respectivement $+1$ et -1, et que les deux sommes de résidus sont nulles, on a

$$(2)\quad \begin{cases} A_1 = -m\mathcal{G}(x - d) + \mathcal{G}(x - \beta_1) + \ldots + \mathcal{G}(x - \beta_m) + r_1, \\ A_2 = +m\mathcal{G}(x - d) - \mathcal{G}(x - \beta_1) - \ldots - \mathcal{G}(x - \beta_m) + r_2, \end{cases}$$

m étant un entier positif, r_1 et r_2 des constantes quelconques, et $\mathcal{G}$ désignant la fonction $\mathcal{G}x$ construite sur les périodes 2ω, $2\omega'$ pour $\wp x$. Il reste à exprimer la condition $R_{21} = 0$ pour chaque pôle des A : or pour α elle est satisfaite d'elle-même, et pour β_i elle équivaut à l'égalité des termes constants de A_1 et de A_2 dans les séries en $x - \beta_i$ qui les représentent autour de ce point. On a ainsi les m équations

$$(3)\quad 2m\mathcal{G}(\beta_i - \alpha) - 2\sum_j \mathcal{G}(\beta_i - \beta_j) + r_2 - r_1 = 0, \qquad (i = 1, 2, \ldots, m),$$

où j prend les valeurs $1, 2, \ldots, m$, sauf la valeur i. Toute équation de la

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 11 novembre 1895.

nature supposée, dont l'intégrale est méromorphe, peut donc toujours, d'une manière au moins et ordinairement de deux, se mettre sous la forme (1), où les A s'expriment par les formules (2), avec les conditions (3). La réciproque est manifestement vraie, de sorte que, sous les conditions (2) et (3), l'équation (1) constitue une expression générale de ces équations à intégrales méromorphes.

» Cela posé, soit donnée une équation différentielle linéaire, homogène, du second ordre, à coefficients elliptiques de périodes 2ω, $2\omega'$, et n'admettant que le seul point singulier α dans le parallélogramme des périodes. Je dis que, pour que ses intégrales soient méromorphes, il faut et il suffit qu'elle soit de la forme

$$(4)\qquad \frac{d^2y}{dx^2} - 2H\frac{dy}{dx} + [K - n(n+1)\,p(x-\alpha)]y = 0,$$

n étant un entier positif, H et K des constantes quelconques, et la fonction p étant construite avec les périodes 2ω et $2\omega'$.

» Que cette forme soit nécessaire, c'est à peu près évident, puisqu'on doit pouvoir identifier avec (1), les conditions (2) et (3) étant remplies. Pour établir qu'elle est suffisante, il suffit de montrer que l'on peut toujours déterminer un entier positif m, et les constantes $r_1, r_2, \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_m$, de façon que (4) soit identique à (1), sous les conditions (2) et (3). Or, l'identification donne d'abord $m = n$, puis des équations qui, avec (3), se ramènent facilement aux suivantes

$$(5)\qquad \begin{cases} r_1 = H - \zeta(\alpha-\beta_1) - \zeta(\alpha-\beta_2) - \ldots - \zeta(\alpha-\beta_n), \\ r_2 = H + \zeta(\alpha-\beta_1) + \zeta(\alpha-\beta_2) + \ldots + \zeta(\alpha-\beta_n), \end{cases}$$

$$(6)\qquad p(\alpha-\beta_1) + p(\alpha-\beta_2) + \ldots + p(\alpha-\beta_n) = \frac{H^2-K}{2n-1}.$$

$$(7)\qquad \sum_j \frac{p'(\alpha-\beta_i) + p'(\alpha-\beta_j)}{p(\alpha-\beta_i) - p(\alpha-\beta_j)} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

j prenant les valeurs $1, 2, \ldots, n$, à l'exception de la valeur i. Ces équations sont bien connues : ce sont celles que l'on rencontre lorsqu'on intègre, par la méthode habituelle, l'équation de Lamé

$$\frac{d^2y}{dx^2} = [n(n+1)p(x-\alpha) + H^2 - K]y,$$

à laquelle on ramène d'ailleurs l'équation (4) en posant $y = e^{Hx}z$. On sait comment les n équations (7), qui se réduisent à $n-1$, déterminent avec (6) les quantités β_i, en donnant toujours pour elles au moins un système

de valeurs; les formules (5) font connaître ensuite r_1 et r_2. On peut donc toujours identifier, et les intégrales de (4) sont bien méromorphes.

» Cette identification conduit immédiatement à l'intégrale générale. Connaissant, en effet, *un* système de valeurs des paramètres r_1, r_2 et β_i, en remplaçant m par n dans (2), on a un couple de valeurs de A_1 et A_2 et, par suite, les deux intégrales distinctes

$$e^{\int A_1 dx}, \qquad e^{\int A_1 dx}\int e^{\int (A_2 - A_1) dx}\, dx,$$

à cause de

$$\begin{aligned}\int A_1\, dx &= -n \log \sigma(x-\alpha) \\ &\quad + \log\sigma(x-\beta_1) + \ldots + \log\sigma(x-\beta_n) + r_1 x + \text{const.}, \\ \int (A_2 - A_1)\, dx &= 2n \log\sigma(x-\alpha) \\ &\quad - 2\log\sigma(x-\beta_1) - \ldots - 2\log\sigma(x-\beta_n) + (r_2 - r_1)x + \text{const.};\end{aligned}$$

on obtient ainsi les deux solutions

$$y_1 = \frac{\sigma(x-\beta_1)\ldots\sigma(x-\beta_n)}{\sigma^n(x-\alpha)} e^{r_1 x}, \quad y_2 = y_1 \int \frac{\sigma^{2n}(x-\alpha)}{\sigma^2(x-\beta_1)\ldots\sigma^2(x-\beta_n)} e^{(r_2-r_1)x} dx,$$

que la décomposition en éléments simples permet de mettre sous forme vraiment explicite. Par exemple, lorsque n est l'unité, on a

$$A_1 = H + \frac{1}{2}\,\frac{p'(x-\alpha)+\sqrt{u}}{p(x-\alpha)+K-H^2}, \qquad A_2 = H - \frac{1}{2}\,\frac{p'(x-\alpha)+\sqrt{u}}{p(x-\alpha)+K-H^2},$$

u désignant la quantité $4(H^2-K)^3 - g_2(H^2-K) - g_3$, où g_2 et g_3 ont leurs significations habituelles, et $\sqrt{u}$ étant pris avec une même détermination. Si u n'est pas nul, il existe alors deux décompositions symboliques; si u est nul, elles se confondent. En employant l'une d'elles, on obtient les deux intégrales

$$y_1 = \frac{\sigma(x-\beta)}{\sigma(x-\alpha)} e^{r_1 x}, \qquad y_2 = \frac{\sigma(x+\beta-2\alpha)}{\sigma(x-\alpha)} e^{r_2 x}$$

dans le premier cas, et les deux intégrales

$$y_1 = \frac{\sigma(x-\beta)}{\sigma(x-\alpha)} e^{r_1 x}, \qquad y_2 = \frac{\sigma(x-\beta)}{\sigma(x-\alpha)}\left[(H^2-K)x + \zeta(x-\beta)\right] e^{r_1 x}$$

dans le second. Le coefficient de ζ n'est jamais nul dans cette dernière; c'est ce qui fait qu'il n'existe jamais plus de deux décompositions.

» Remarquons que toute expression de A_1 est une solution de l'équa-

tion de Riccati

$$\frac{dy}{dx} + y^2 - 2Hy + K - n(n+1)\wp(x-\alpha) = 0,$$

de sorte que les calculs précédents fournissent en même temps l'intégrale générale de cette équation. Dans le cas $n = 1$, $n \neq 0$, par exemple, cette intégrale peut s'écrire

$$y = H + \frac{1}{2[\wp(x-\alpha) + K - H^2]}\left[\wp'(x-\alpha) + \wp'\gamma\frac{Cz-1}{Cz+1}\right],$$

C étant une constante arbitraire, γ une racine quelconque de l'équation $\wp u = H^2 - K$ et z désignant la fonction

$$z = \frac{\sigma(x-\alpha-\gamma)}{\sigma(x-\alpha+\gamma)}e^{2x\zeta\gamma}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'extension de la méthode de Cauchy aux systèmes d'équations aux dérivées partielles d'ordre quelconque.* Note de M. **J. Beudon**, présentée par M. Darboux.

« On sait combien la notion de multiplicités caractéristiques formées d'*éléments unis* a perfectionné la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre. Je me propose de montrer dans cette Note comment on peut faire une théorie analogue pour certains systèmes d'équations aux dérivées partielles d'ordre quelconque, et de déterminer leur forme générale.

» Je ferai auparavant quelques remarques, qui ont déjà été exprimées, en partie dans les travaux de M. Lie et un Mémoire de M. von Weber (*Mathematische Annalen*, t. XLIV).

» 1. Soit

$$z = F(x_1, \ldots, x_n) \tag{1}$$

une fonction de $x_1 \ldots x_n$ régulière dans le voisinage des valeurs $x_1^0 \ldots x_n^0$; elle définit une multiplicité ponctuelle m_n à n dimensions dans un espace à $n+1$ dimensions.

» Les valeurs

$$\left\{\begin{array}{l} x_1^0, \ \ldots, \ x_n^0, \ \ldots, \ (z_{\lambda_1\ldots\lambda_n}^{(k)})_0, \ (z_{\alpha_1\ldots\alpha_n}^{(p)})^0, \\ \left(z_{\lambda_1\ldots\lambda_n}^{(k)} = \dfrac{\partial z^{(k)}}{\partial x_1^{\lambda_1}\ldots\partial x_n^{\lambda_n}}, \ \alpha_1 + \ldots + \alpha_n = p\right) \end{array}\right. \tag{2}$$

font connaître z dans le voisinage de $x_1^0, \ldots, x_n^0$ jusqu'aux infiniment petits d'ordre p. Il est donc naturel d'appeler *élément de multiplicité* m_n d'ordre p dans l'espace à $n+1$ dimensions, et je désignerai par le symbole (E_p), tout système de valeurs tel que (2).

» Je dirai que deux éléments

$$E_p \qquad x_1^0 \ldots x_n^0 \ldots (z^{(k)}_{\lambda_1 \ldots \lambda_n})^0 \ldots (z^{(p)}_{\alpha_1 \ldots \alpha_n})^0$$

et

$$E_p + dE_p \qquad x_1^0 + dx_1^0 \ldots x_n^0 + dx_n^0 \ldots (z^{(k)}_{\lambda_1 \ldots \lambda_n})^0 + d(z^{(k)}_{\lambda_1 \ldots \lambda_n})^0 \ldots (z^{(p)}_{\alpha_1 \ldots \alpha_n})^0 + d(z^{(p)}_{\alpha_1 \ldots \alpha_n})^0$$

sont *unis* si l'on a les identités

$$(3) \qquad \begin{cases} d(z^{(\lambda)}_{\beta_1 \ldots \beta_n})_0 = \sum_{i=1}^{n} (z^{(\lambda+1)}_{\beta_1 \ldots \beta_i+1 \ldots \beta_n})\, dx_i^0, \\ (\lambda = 0, 1, \ldots, p-1, \ \beta_1 + \ldots + \beta_n = \lambda). \end{cases}$$

» On peut envisager *a priori* les équations (3), en considérant $x_1, \ldots, x_n$, $z, \ldots, z^{(p)}_{\alpha_1 \ldots \alpha_n}$ comme des variables distinctes, et chercher toutes les multiplicités M d'éléments satisfaisant à ces relations.

» Une telle multiplicité M sera définie par un certain nombre de relations, parmi lesquelles une au moins ne renfermera que $z, x_1 \ldots x_n$.

» Les relations entre $z, x_1 \ldots x_n$ seulement définiront une multiplicité ponctuelle m, que j'appellerai le *support* de M.

» Si une multiplicité M est représentée par $\Gamma_n^p - l$ équations, je dirai qu'elle est d'ordre l, et la désignerai par le symbole M_l.

» 2. J'envisage maintenant un système d'équations aux dérivées partielles complètement intégrable, définissant une fonction z de $x_1, \ldots, x_n$, préparé de façon que toutes les équations soient du même ordre p, et composé de $\Gamma_n^p - \pi$ équations, *π étant inférieur à n*.

» On peut toujours supposer que le système, supposé rationnel, possède $n - \pi$ équations ne renfermant, en fait de dérivées d'ordre ρ, que les suivantes :

$$\left.\begin{array}{lll} z^{(p)}_{\alpha_1, \ldots, \alpha_i+1, \ldots, \alpha_n}, & \text{où} & i = 1, 2, \ldots, n-\pi, \\ \text{et} & & \\ z^{(p)}_{\alpha_1, \ldots, \alpha_{n-\pi+\rho}+1, \ldots, \alpha_n}, & & \rho = 1, 2, \ldots, \pi \end{array}\right\} \quad (\alpha_1 + \ldots + \alpha_n = p-1).$$

Soient

$$(1) \qquad \Phi_j = 0 \qquad (j = 1, 2, \ldots, n-\pi)$$

ces équations.

» Aux variables $x_1, \ldots, x_n$, je substitue les variables $x_1, \ldots, x_{n-\pi}$; $y_{n-\pi+1}, \ldots, y_n$.

» J'aurai les formules

$$(2)\qquad \frac{\partial z^{(k)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_n}}{\partial x_i} = z^{(k+1)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_i+1,\ldots,\lambda_n} + \sum_{\rho=1}^{\pi} z^{(k+1)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\lambda_n} \frac{\partial x_{n-\pi+\rho}}{\partial x_i},$$

$$(3)\qquad \frac{\partial z^{(k)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_n}}{\partial y_{n-\pi+q}} = \sum_{\rho=1}^{\pi} z^{(k+1)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\lambda_n} \frac{\partial x_{n-\pi+\rho}}{\partial y_{n-\pi+q}};$$

d'où

$$(4)\qquad \frac{\partial z^{(k+1)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_i+1,\ldots,\lambda_n}}{\partial y_{n-\pi+q}} = \sum_{\rho=1}^{\pi}\left(\frac{\partial z^{(k+1)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\lambda_n}}{\partial x_i}\frac{\partial x_{n-\pi+\rho}}{\partial y_{n-\pi+q}} - \frac{\partial z^{(k+1)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\lambda_n}}{\partial y_{n-\pi+q}}\frac{\partial x_{n-\pi+\rho}}{\partial x_i}\right)$$

$$(k = 1, 2, \ldots, p-1;\ \alpha_1 + \ldots + \alpha_n = k;\ i = 1, 2, \ldots, n-\pi;\ q = 1, 2, \ldots, \pi).$$

» Je différentie les équations (1) par rapport à $y_{n-\pi+q}$ en tenant compte de (2), (3) et (4), et j'annule les coefficients de

$$\frac{\partial z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\alpha_n}}{\partial y_{n-\pi+q}} \quad \text{et} \quad \frac{\partial x_{n-\pi+\rho}}{\partial y_{n-\pi+q}} \qquad \text{pour} \qquad \rho = 1, 2, \ldots, \pi,$$

et je poursuis enfin cette opération pour $q = 1, 2, \ldots, \pi$.

» J'obtiens ainsi les relations

$$\frac{\partial \Phi_j}{\partial z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\alpha_n}} - \sum_{i=1}^{n-\pi} \frac{\partial \Phi_j}{\partial z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_i+1,\ldots,\alpha_n}} \frac{\partial x_{n-\pi+\rho}}{\partial x_i} = 0,$$

$$\frac{\partial \Phi_j}{\partial x_{n-\pi+\rho}} + \sum_{k=1}^{p-1} \frac{\partial \Phi_j}{\partial z^{(k)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_n}} z^{(k+1)}_{\lambda_1,\ldots,\lambda_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\lambda_n}$$

$$+ \sum_{i=1}^{n-\pi} \frac{\partial \Phi_j}{\partial z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_i+1,\ldots,\alpha_n}} \frac{\partial z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_{n-\pi+\rho}+1,\ldots,\alpha_n}}{\partial x_i} = 0$$

$$(\rho = 1, 2, \ldots, \pi;\ j = 1, 2, \ldots, n-\pi).$$

» Différentiant maintenant toutes les équations du système primitif par rapport à $x_1, x_2, \ldots, x_{n-\pi}$ successivement, et adjoignant les relations (2), je vois que $x_{n-\pi+1}, \ldots, x_n$; $z, \ldots, z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_n}$ sont définis en fonction de $x_1, \ldots, x_{n-\pi}$ par un système du premier ordre, de la forme de ceux dont M. Lie a ramené l'intégration à des équations différentielles ordinaires.

» Ce système définit un ensemble de multiplicités $M_{n-\pi}$ formées d'éléments unis; je propose de les appeler *multiplicités caractéristiques du système proposé*.

» Le *support* d'une multiplicité caractéristique est une multiplicité ponctuelle à $n - \pi$ dimensions, qui joue le même rôle que les multiplicités analogues que l'on rencontre dans la théorie des équations du premier ordre.

» Nous avons donc établi le théorème suivant :

» *Étant donné un système complètement intégrable définissant z en fonction de* $x_1, \ldots, x_n$ *et tel que toutes ses équations ont été amenées à être du même ordre p, si la différence entre le nombre des dérivées d'ordre p de z et le nombre de ces équations est inférieur au nombre des variables, la méthode de Cauchy est applicable et le système jouit des mêmes propriétés que les systèmes d'équations aux dérivées partielles du premier ordre.*

» *Dans le cas contraire, on devra employer la méthode de M. Darboux pour compléter le nombre des équations.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de deux variables réelles et sur la notion de fonction arbitraire.* Note de M. **Emile Borel**, présentée par M. Darboux.

« Dans ma Note du 12 février 1894, j'ai appelé l'attention sur les fonctions d'une variable réelle admettant dans un intervalle donné des dérivées de tous les ordres, sans être analytiques. J'ai indiqué pour ces fonctions un développement en série tel que les dérivées de la fonction s'obtiennent en dérivant la série terme à terme. La démonstration de ce résultat a paru dans ma Thèse.

» J'ai étendu ce théorème à une fonction de deux variables réelles x, y admettant des dérivées partielles de tous les ordres dans un rectangle, par exemple dans le carré défini par les inégalités

$$-\pi \leqq x \leqq +\pi, \qquad -\pi \leqq y \leqq +\pi.$$

» Une telle fonction peut être développée en une série de la forme

$$\begin{aligned}\sum_m \sum_n & \mathrm{A}_{mn} \cos mx \cos ny + \mathrm{B}_{mn} \sin mx \cos ny + \mathrm{C}_{mn} x^m \cos ny \\ & + \mathrm{A}'_{mn} \cos mx \sin ny + \mathrm{B}'_{mn} \sin mx \sin ny + \mathrm{C}'_{mn} x^m \sin ny \\ & + \mathrm{A}''_{mn} y^n \cos mx + \mathrm{B}''_{mn} y^n \sin mx + \mathrm{C}''_{mn} x^m y^n.\end{aligned}$$

» Il y aurait d'ailleurs des simplifications évidentes si l'on supposait la fonction *paire*, ou *impaire*. De plus, et c'est là le point essentiel, le déve-

loppement est convergent *ainsi que toutes ses dérivées partielles* (prises terme à terme) et ces dérivées représentent par suite les dérivées de la fonction, dans tout le domaine considéré.

» Ce résultat, qu'il serait sans doute aisé d'étendre à un plus grand nombre de variables, permet de généraliser une méthode pour la représentation des fonctions arbitraires, dont j'ai donné une application dans ma Note du 25 mars 1895.

» On est ainsi conduit à se demander si les notions de fonctions arbitraires *analytiques* ou *non analytiques*, d'*une* ou de *plusieurs* variables sont réellement distinctes et, dans le cas de l'affirmative, en quoi réside essentiellement leur différence, puisque la méthode dont il est question semble ramener ces notions les unes aux autres. Je crois qu'il faut rechercher la raison de cette différence dans l'étude approfondie des caractères de convergence des séries qui représentent les diverses fonctions considérées. Il y aurait lieu de déterminer dans quelle mesure ces divers caractères de convergence peuvent être ramenés les uns aux autres. Je dois me contenter de signaler ici ce sujet de recherches sur lequel je possède actuellement trop peu de résultats ».

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes orthogonaux.* Note de M. **Paul Adam**, présentée par M. Poincaré.

« M. Darboux a montré (*Annales de l'École Normale*, 1878) que la solution de la question suivante : *Quelle est la surface qui, dans tous les mouvements possibles, engendre une famille de Lamé* (*c'est-à-dire appartenant à un système triple orthogonal?*) revient à trouver les solutions communes à six équations aux dérivées partielles du troisième ordre en coordonnées cartésiennes.

» L'éminent géomètre a ajouté, dans les Leçons qu'il a professées à la Sorbonne en 1891-1892 : *Il est probable qu'il n'y a que la sphère qui réponde à la question.*

» On peut établir facilement l'exactitude des prévisions de M. Darboux en employant un système particulier de coordonnées tangentielles.

» On peut même aller plus loin et démontrer que :

» *La sphère et le cylindre sont les seules surfaces qui, dans deux translations rectilignes distinctes, que l'on peut* (*d'après la théorie des systèmes triples orthogonaux*) *toujours supposer rectangulaires, engendrent une famille de Lamé.*

» Comme le cylindre ne peut évidemment engendrer, *dans tout mouvement*, une famille de Lamé, il résultera bien de là que la sphère peut seule répondre à cette condition.

» Soient α et β les paramètres des génératrices rectilignes imaginaires de la sphère quand on considère la représentation sphérique d'une surface; l'équation tangentielle de cette surface est

$$(1) \qquad (1-\alpha\beta)x + i(1+\alpha\beta)y + (\alpha+\beta)z + \xi = 0.$$

» Pour que cette surface puisse, par translation rectiligne, engendrer une famille de Lamé, j'ai montré [1] qu'il faut et il suffit que la fonction $\xi(\alpha, \beta)$ vérifie la première ou la seconde des deux équations aux dérivées partielles

$$\begin{vmatrix} 1 \mp \beta^2 & s + \dfrac{p-q}{\alpha-\beta} & r \\ 0 & \dfrac{4}{\alpha-\beta}\dfrac{r}{t} + \dfrac{\partial}{\partial\beta}\left(\dfrac{r}{t}\right) & \dfrac{4}{\alpha-\beta}\dfrac{r}{t} + \dfrac{\partial}{\partial\alpha}\left(\dfrac{r}{t}\right) \\ 1 \mp \alpha^2 & t & s + \dfrac{p-q}{\alpha-\beta} \end{vmatrix} = 0,$$

suivant que la translation s'opère parallèlement à Ox (signe supérieur) ou à Oy (signe inférieur).

» Ces deux équations, qui sont linéaires et homogènes par rapport aux deux mineurs formant les coefficients de $1 \mp \beta^2$ et de $1 \mp \alpha^2$, ne peuvent avoir lieu simultanément que si ces mineurs sont nuls, c'est-à-dire, si l'on a

$$(2) \qquad \begin{cases} \left(s + \dfrac{p-q}{\alpha-\beta}\right)\left[\dfrac{4}{\alpha-\beta}\dfrac{r}{t} + \dfrac{\partial}{\partial\beta}\left(\dfrac{r}{t}\right)\right] - t\left[\dfrac{4}{\alpha-\beta}\dfrac{r}{t} + \dfrac{\partial}{\partial\alpha}\left(\dfrac{r}{t}\right)\right] = 0, \\ \left(s + \dfrac{p-q}{\alpha-\beta}\right)\left[\dfrac{4}{\alpha-\beta}\dfrac{r}{t} + \dfrac{\partial}{\partial\alpha}\left(\dfrac{r}{t}\right)\right] - r\left[\dfrac{4}{\alpha-\beta}\dfrac{r}{t} + \dfrac{\partial}{\partial\beta}\left(\dfrac{r}{t}\right)\right] = 0. \end{cases}$$

» On peut satisfaire à ces équations, en posant

$$r = t = 0.$$

» Cette hypothèse ne donne, comme on sait, que la sphère comme surface réelle. On sait aussi que, pour une surface réelle, dans le système de coordonnées (α, β, ξ), r ne peut être nul sans que t le soit également et *vice versa*.

---

[1] *Thèse de Doctorat;* Paris, Gauthier-Villars; 1887.

» Les équations (2) sont encore vérifiées, si l'on suppose

$$(3) \qquad \frac{4}{\alpha-\beta}\frac{r}{t}+\frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{r}{t}\right)=\frac{4}{\alpha-\beta}\frac{r}{t}+\frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{r}{t}\right)=0.$$

» Mais si l'on différentie la première de ces équations par rapport à β et la seconde par rapport à α, puis qu'on retranche les deux résultats ainsi obtenus, on obtient, en tenant compte des équations (3) elles-mêmes,

$$\frac{r}{t}=0,$$

c'est-à-dire que r doit être nul, et l'on rentre ainsi dans l'hypothèse, examinée tout d'abord, qui avait conduit à la sphère.

» Par suite, en laissant de côté la sphère, les équations (2) entraînent la suivante :

$$(4) \qquad \left(s+\frac{p-q}{\alpha-\beta}\right)^2=rt.$$

» On reconnaît sans peine que celle-ci a pour intégrale

$$\xi = \mathrm{A}\alpha\beta-(\alpha+\beta)\varphi(\mathrm{A})-\psi(\mathrm{A})$$

avec

$$0=\alpha\beta-(\alpha+\beta)\varphi'(\mathrm{A})-\psi'(\mathrm{A}),$$

φ et ψ désignant des fonctions arbitraires du paramètre A ; et que les coordonnées cartésiennes de la surface correspondante, définie par l'équation (1), ont pour expressions

$$x-iy=\mathrm{A}, \qquad x+iy=\psi(\mathrm{A}), \qquad z=\varphi(\mathrm{A}).$$

Cette surface se réduit donc à une courbe.

» Il semble, d'après ce résultat, que la sphère est la seule surface qui, dans deux translations distinctes, engendre une famille de Lamé. Or cela est inexact, car le cylindre jouit évidemment de cette propriété. Si on ne l'a pas obtenu par l'analyse précédente, cela tient à ce que l'équation (4) est ce que devient l'équation aux dérivées partielles des surfaces développables, quand on passe des coordonnées cartésiennes au système (α, β, ξ) et que, dans ce dernier système, l'équation (4) ne peut représenter effectivement les surfaces développables, puisqu'elle n'implique, comme il le faudrait, aucune relation entre les variables α et β.

» Mais des considérations géométriques très simples montrent immédiatement qu'une développable qui, dans une translation, engendre une

famille de Lamé, c'est-à-dire dont les génératrices restent normales à une surface, est nécessairement un cylindre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une nouvelle détermination du rapport v entre les unités électrostatiques et électromagnétiques*. Note de M. **D. Hurmuzescu**, présentée par M. Lippmann.

« Les méthodes le plus souvent employées pour déterminer cette constante ont été : celle des capacités et celle des forces électromotrices, comme étant les plus précises. Maxwell, bien avant les autres déterminations, avait employé une autre méthode très élégante, fondée sur la mesure des forces électromotrices, mais dont la disposition expérimentale est peu susceptible de précision.

» Nous avons repris cette méthode, mais en la modifiant de manière à la rendre au moins aussi précise que les autres méthodes. Elle consiste à prendre la différence de potentiel électrostatique, aux bouts d'une résistance bien connue R, par un électromètre absolu cylindrique. Le couple de cette attraction est

$$\frac{(\mathrm{RI})^2}{v^2}\,\frac{\mathrm{L}}{4\,\mathrm{Log}\,\frac{\mathrm{D}}{d}};$$

à ce couple on oppose directement un autre, dû à une répulsion électrodynamique.

» L'électrodynamomètre est formé d'une bobine longue unicouche et d'une bobine mobile disposée à 90° en son milieu; le couple est

$$\frac{4\pi n_1 \mathrm{S}'}{\sqrt{1+\frac{a^2}{l^2}}}\,\mathrm{I}^2.$$

» Les deux instruments forment un système solidaire porté par un fil de suspension très sensible. On observe la déviation dans une lunette à 3^{m} de distance; on agit sur la résistance pour avoir l'équilibre entre les deux couples, d'où la valeur de v,

$$v = \mathrm{R}\sqrt{\mathrm{L}}\sqrt{\frac{0,4342945}{4\log\frac{\mathrm{D}}{d}}}\sqrt{\frac{1}{\frac{4\pi n_1 \mathrm{S}'}{\sqrt{1+\frac{a^2}{l^2}}}}}.$$

» L'électromètre est double à chaque bout du levier L. Pour éliminer les dissymétries tant de l'électromètre que de l'électrodynamomètre, comme aussi le champ magnétique terrestre, déjà compensé pour une grande partie par un aimant permanent, après avoir obtenu l'équilibre dans un sens pour une résistance R, à l'aide d'un double commutateur-renverseur, on change le sens des deux couples à la fois et on obtient un nouvel équilibre pour une résistance R' :

$$v = \frac{R + R'}{2} \frac{\sqrt{L}}{M}.$$

» L'emploi de l'électromètre cylindrique (circulaire) rend les expériences particulièrement précises. On a un équilibre stable, un réglage sûr et exact, par le fait que la force passe par un minimum lorsque les deux cylindres sont exactement coaxiaux; on a obtenu cette coïncidence à moins de $0^{mm},2$; l'erreur correspondante, calculée d'après les formules de Blavier, est de l'ordre du dix-millième.

» Dans cette méthode, on oppose deux couples constants pour des petits déplacements.

» Les mesures qu'on a effectuées pour avoir v sont :

» Pour l'électromètre : le rapport des diamètres des cylindres et le bras du levier L. Les deux mesures, on peut les avoir avec une grande précision pour les dimensions que nous avons données aux appareils.

» Pour l'électrodynamomètre : n_1 et S'. Pour cette dernière mesure, nous avons employé une méthode nouvelle : ramener la comparaison de S' et d'une bobine-étalon unicouche de grand diamètre à une comparaison de deux résistances. Cette méthode donne largement le $\frac{1}{3000}$ et, comme c'est sous le radical, on a la moitié de cette erreur; sur l'autre facteur de sous le radical, on a la même approximation.

» Donc on connaît le radical à moins de $\frac{1}{3000}$.

» On a éliminé l'incertitude du point de suspension de l'électromètre sur le bras de levier, comme aussi une certaine flexion de celui-ci, en faisant quatre séries d'expériences à des longueurs différentes L_1, L_2, L_3, L_4, et en obtenant les combinaisons entre ces séries par la formule

$$v = \frac{R_1 R_2}{M} \sqrt{\frac{L_2 - L_1}{R_1^2 - R_2^2}}.$$

» La détermination de $\sqrt{L_2 - L_1}$ se fait avec une très grande approximation, $L_2 - L_1$ étant de l'ordre de 8 centimètres.

» Mais, comme il y a une incertitude de $\frac{1}{2000}$ sur la valeur de l'ohm, suivant qu'on adopte $\frac{106,25}{106}$ ohm légal ou $\frac{106,3}{106}$ ohm légal que nous adoptons, nous donnons pour v le millième seulement.

» La mesure de R se faisait, après chaque équilibre, directement par une boîte Elliott, disposée en pont et tenue à l'abri des variations de température. Cette boîte a été étalonnée en ohms légaux, et l'ohm mercuriel qui a servi à cet étalonnement a été comparé aux copies [3] et [49] du Bureau international des Poids et Mesures.

» La force électromotrice employée a varié de 1500 à 2500 volts; elle provenait d'une dynamo spéciale de hautvoltage.

» La moyenne de six combinaisons, deux à deux des moyennes des quatre séries, chacune à peu près de vingt déterminations, ne différant pas du $\frac{1}{1500}$ entre les diverses valeurs d'une même série, donne pour v une valeur comprise entre

$$3,0005.10^{10}$$

et

$$3,0020.10^{10}$$ (1). »

PHOTOCHIMIE. — *Relation entre l'intensité de la lumière et la décomposition chimique qu'elle produit; expériences avec les mélanges de chlorure ferrique et d'acide oxalique.* Note de M. **Georges Lemoine**, présentée par M. A. Cornu.

« La décomposition provoquée par la lumière dans les dissolutions de chlorure ferrique et d'acide oxalique peut servir à mesurer l'intensité de cette lumière, quoique la réaction soit exothermique, car la chaleur dégagée se dissipe rapidement dans le milieu ambiant et la transformation chimique prend un régime permanent (*Comptes rendus*, 25 février 1895, t. CXX, p. 441).

» J'ai profité des belles journées de cette année pour établir expérimentalement la relation entre l'intensité lumineuse et la décomposition chimique du réactif.

» Je me suis servi d'un système de deux prismes polariseurs de grandes dimensions, qui appartiennent à l'École Polytechnique et que M. Cornu a

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des recherches physiques, à la Sorbonne. Les expériences d'essai ont été commencées, en 1893, dans l'ancien local; les expériences définitives n'ont pu être terminées que cette année dans le nouveau local.

bien voulu mettre à ma disposition : le polarisateur était un prisme de Foucault; l'analyseur, un Nicol. En les montant sur un axe muni d'un cercle gradué, on peut, par une simple rotation, faire varier en proportions connues (loi de Malus) l'intensité de la lumière; elle arrive sur le réactif dans une petite cuve de 4^{mm} d'épaisseur, disposée dans un châssis à l'extrémité de l'axe et pouvant être déplacée dans deux directions rectangulaires. Le tout est orienté vers le Soleil, et l'on en suit les mouvements. On mesure par un essai chimique les décompositions produites successivement par une intensité lumineuse 1 et par sa fraction $\frac{1}{n}$.

» L'expérience est longue, car il faut obtenir une décomposition notable, et les prismes arrêtent beaucoup de lumière. On doit donc tenir compte des variations d'intensité de la lumière naturelle. Je détermine cette correction en exposant de temps en temps directement au Soleil le même réactif et en mesurant chaque fois sa décomposition. Il est remarquable que pendant les très belles journées, entre 10^h et 3^h, la correction n'a ordinairement que peu d'importance : l'intensité lumineuse, appréciée au point de vue chimique, y est souvent peu variable (¹).

» 10 septembre 1895. — De $1^h 15^m$ à $2^h 30^m$, pendant 75 minutes, on a disposé l'analyseur à 90° de l'extinction, soit une intensité 1. Pour 5^{cc} de mélange actif

$$(C^2O^3.HO + Fe^2Cl^3 = 4^{lit}),$$

le permanganate de potasse consommé pour agir sur le chlorure ferreux a été $2^{cc},2$. De $11^h 51^m$ à $1^h 7^m$, pendant 136 minutes, avec l'intensité $\frac{1}{4}$, il avait fallu $1^{cc},0$. D'où rapport des décompositions chimiques ramenées à une minute :

$$(1,0 : 136) : (2,2 : 75) = 0,251.$$

» Des cuves de 4^{mm} insolées directement, chacune 9 minutes, pour apprécier les variations de la lumière solaire, ont éprouvé des décompositions qui, pour 10^{cc} du même réactif, ont exigé en permanganate de potasse :

	cc
De $11^h 11^m$ à $11^h 20^m$	4,4
De $12^h 45^m$ à $12^h 54^m$	4,95
De $2^h 10^m$ à $2^h 19^m$	4,65

» La correction qui en résulte est insignifiante dans le cas actuel.

(¹) Des résultats semblables ont été obtenus par M. Abney par une toute autre méthode (*Philosophical Transactions*, 1893).

Dans ces conditions, l'absorption par le chlorure ferrique n'a que des variations très faibles.

» Les rapports obtenus dans ces expériences sont les suivants :

17 août 1895 :	essai chimique	0,54	au lieu de	0,50
10 sept. 1895	—	0,251	—	0,25
15 sept. 1895	—	0,146	—	0,125

» Les différences entre les deux mesures d'intensités sont de l'ordre de grandeur des erreurs d'expériences.

» On peut donc conclure, au moins comme première approximation, que *la décomposition chimique du mélange de chlorure ferrique et d'acide oxalique est proportionnelle à l'intensité lumineuse*.

» L'expérience montre d'ailleurs que la réaction n'éprouve pas sensiblement de retard au début et qu'elle cesse, ou à très peu près, avec la suppression de la lumière. Des déterminations comparatives faites avec une lumière continue ou intermittente donnent les mêmes résultats si la durée totale de l'insolation effective est la même.

» 16 septembre 1892. — On a exposé au Soleil, perpendiculairement aux rayons lumineux, deux cuves rectangulaires A et B de 4^{mm} contenant le réactif. Le temps de pose a été de douze minutes pour les deux cuves, mais pour A avec interruption et éclairement alternatifs de trois minutes tandis que pour B l'éclairement était continu. Avec 10^{cc} de liquide, le permanganate de potasse consommé a été $7^{cc},63$ pour A et $7^{cc},55$ pour B.

» 26 novembre 1895. — Expérience semblable, en réduisant chaque interruption à une minute dans la cuve A. Temps de pose : vingt minutes. Comme l'intensité lumineuse n'était pas constante, on a, pour l'éclairement continu, pris successivement deux cuves B et C exposées l'une pendant les vingt premières minutes, l'autre pendant les vingt dernières minutes, de manière à suivre la cuve A pendant les quarante minutes de l'expérience. Avec 10^{cc} de liquide, le permanganate de potasse versé a été, pour A, $4^{cc},45$; pour B, $4^{cc},85$; pour C, $3^{cc},65$. La moyenne de B et C égale à $4^{cc},25$ est très peu inférieure à $4^{cc},45$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la présence de l'argon et de l'hélium dans une source d'azote naturelle.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. Henri Moissan.

« Tout récemment M. Bouchard [1] a signalé la présence de l'hélium dans les gaz des sources du Bois (Cauterets), et celle de l'hélium et de

---

[1] *Comptes rendus,* séance du 2 septembre 1895.

l'argon dans les gaz de la Raillère. En étudiant le même sujet, MM. Troost et Ouvrard ont découvert une propriété importante de l'argon et de l'hélium, celle de s'absorber par le magnésium à très haute température.

» Je viens de rencontrer les deux mêmes éléments réunis dans un autre gaz naturel, qui s'échappe en abondance par grosses bulles de la source de Maizières (Côte-d'Or) ([1]). L'eau de Maizières est une eau lithinée renfermant peu de sulfate de chaux et qui possède à la source une température de + 12°. Grâce à la complaisance de M. Communaux, directeur de la Compagnie, j'ai eu à ma disposition quelques litres de gaz. Les échantillons avaient été recueillis avec toutes les précautions d'usage, afin d'éviter le contact de l'air, qui eût introduit fatalement de l'argon.

» L'analyse sur la cuve à mercure m'a d'abord montré que le gaz renfermait une faible proportion d'oxygène (environ 2 pour 100), le reste offrant tous les caractères négatifs de l'azote.

» Pour rechercher l'argon et l'hélium, j'ai eu recours à l'obligeance de M. Deslandres, qui a bien voulu se charger de ces expériences délicates. Après absorption de l'azote par le lithium au rouge sombre, le résidu gazeux, introduit dans des tubes de Plucker sous une faible pression, et soumis à l'influence de l'effluve, a donné les raies caractéristiques de l'argon et de l'hélium.

» Ajoutons que la proportion de ces deux gaz a été trouvée assez notable; le volume, en effet, de résidu gazeux non absorbable par le lithium est compris entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{15}$ du volume total.

» Bien que l'analyse n'ait pas été poussée plus loin, il m'a paru intéressant de communiquer ces résultats à l'Académie, non seulement à cause de la présence de l'argon et de l'hélium dans une source de gaz naturelle, mais encore à cause de la proportion relativement élevée de ces deux éléments dans le mélange gazeux. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Détermination expérimentale du pouvoir agglutinant des houilles.* Note de M. **Louis Campredon**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans les classifications actuelles des houilles, on ne trouve aucune indication de leur pouvoir agglutinant, c'est-à-dire de la faculté qu'elles

---

([1]) Voir, pour ce qui concerne les eaux de Maizières, l'intéressant Mémoire présenté en 1892 à l'Académie de Médecine par M. Matton, stagiaire des eaux minérales.

possèdent de s'agglomérer, plus ou moins, par le chauffage, soit en vase clos pour la fabrication du coke ou du gaz, soit dans un foyer avec accès de l'air. Suivant la manière dont elle se comporte au feu, on se contente de dire qu'une houille est plus ou moins collante.

» L'analyse chimique des houilles, telle qu'on la pratique ordinairement dans les laboratoires industriels, ne donne, sur leur pouvoir agglutinant, aucun renseignement précis. Cependant, la détermination de la teneur de carbone fixe, par un essai de carbonisation en petit, permet de constater, en même temps que la proportion de matières volatiles, la nature du culot de coke obtenu.

» 1° Un coke pulvérulent est l'indice d'une houille peu agglutinante ou d'une houille altérée. En effet, M. Mahler a reconnu que certaines variétés de houille s'oxydent rapidement à l'air froid et plus rapidement encore par le chauffage. A mesure que l'oxydation progresse, la houille perd ses facultés agglutinantes; ses propriétés et sa composition élémentaire la rapprochent alors de plus en plus des lignites.

» 2° Un coke boursouflé et brillant, ou compact et dur, montre, au contraire, que la houille possède les propriétés agglutinantes qui la font rechercher pour la fabrication du coke.

» L'analyse élémentaire des houilles, qui constitue une opération longue et délicate, difficilement réalisable dans les laboratoires de l'industrie, ne permet pas non plus, *a priori*, l'appréciation exacte de leur faculté agglomérante.

» J'ai été conduit à effectuer une série d'essais pour déterminer le pouvoir agglutinant des houilles par un procédé analogue à celui que l'on emploie pour évaluer le *pouvoir liant* des ciments.

» *Principe du procédé.* — Mélanger la houille avec un corps inerte et soumettre le mélange à la carbonisation en vase clos. La houille retiendra, *sous forme de culot solide*, d'autant plus de matière inerte qu'elle sera plus collante.

» *Pratique de l'essai.* — On opère sur la houille finement pulvérisée, passée au tamis de 400 mailles par centimètre carré.

» Le corps inerte adopté est le sable silicieux : sable de mer, de rivière ou de carrière, à grains fins et de dimensions à peu près uniformes. On prend du sable sec passant à travers le tamis à 100 mailles par centimètre carré, et restant sur le tamis à 400 mailles par centimètre carré.

» On mélange à un poids constant de houille (1^{gr} par exemple) des poids variables de sable, et l'on chauffe, au rouge vif, dans de petits creusets de porcelaine, de façon à carboniser la houille.

» Après refroidissement, on observe l'aspect du produit chauffé et l'on trouve une

poudre sans consistance ou un culot plus ou moins dur. Il est facile de déterminer ainsi, au moyen de quelques essais, le poids *maximum* de sable qu'une houille peut agglomérer par carbonisation, de façon à donner encore un culot solide.

» Le poids de la houille étant pris pour unité, son pouvoir agglutinant sera représenté par le poids de sable aggloméré.

» Le pouvoir agglutinant est nul pour toutes les houilles qui, soumises à la carbonisation, donnent un coke pulvérulent; il atteint 17 pour la houille la plus collante, essayée jusqu'à présent, et 20 pour le brai.

» *Résultats obtenus.* — Le procédé ci-dessus décrit est employé depuis plus de trois ans au laboratoire de l'usine de Trignac.

» Voici, à titre de renseignements, quelques résultats obtenus, en opérant sur la houille desséchée à 100° C. :

		Analyse immédiate.			
Nos.	Désignation.	Matières volatiles.	Cendres.	Carbone fixe.	Pouvoir agglutinant.
1.	Houille tout-venant, mine Aberdare Werthyr (Pays de Galles)	10,90	6,20	82,90	0
2.	Houille tout-venant (bassin de Newcastle)	34,25	10,80	54,95	2
3.	Houille tout-venant d'Écosse	34,72	8,35	56,93	4
4.	Houille menue à coke (bassin de Cardiff)	19,80	7,70	72,50	6
5.	Houille tout-venant de Lens (Pas-de-Calais)	27,20	8,70	64,10	13
5 *bis*.	N° 5 oxydé par chauffage à 100° C. pendant un an.	28,12	8,55	63,33	0
6.	Houille menue à coke (bassin de Newcastle)	27,83	8,75	63,42	14
7.	Houille menue à coke (bassin de Newcastle)	29,50	8,50	62,00	17
8.	Brai sec de Beckton (près Londres)	44,82	0,60	54,58	20

» *Conclusions.* — Ainsi que le montre le Tableau ci-dessus, il n'existe aucune corrélation entre la composition d'une houille, établie par l'analyse immédiate, et son pouvoir agglutinant. Nous estimons que l'essai pratique décrit dans la présente Communication peut fournir aux consommateurs de houille une indication précieuse sur son agglutination par la chaleur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'amalgame de chrome et quelques propriétés du chrome métallique.* Note de M. J. **Férée**, présentée par M. Troost.

« L'amalgame de chrome a été peu étudié jusqu'à présent. MM. Vincent [1] et Moissan [2] ont préparé, en faisant agir des solutions de chlo-

[1] *Philosophical Magazine*, t. XXIV, p. 328.

[2] *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 180; 1879.

rure, de bromure ou d'iodure de chrome sur l'amalgame de sodium, un amalgame liquide à très faible teneur en chrome.

» L'action de l'amalgame de sodium sur les sels de chrome ne donnant pas de bons résultats, j'ai cherché à obtenir l'amalgame de chrome par la méthode électrolytique qu'on n'avait pas encore employée dans ce cas.

» Lorsqu'on électrolyse, sans précautions particulières, une solution pure de chlorure chromique avec une électrode négative de mercure et une électrode positive de platine, en général, le mercure ne renferme que des traces de chrome, et il se forme, dans la liqueur, une poudre brun noir dont la formule, suivant Bunsen (¹), est comprise entre Cr^4O^5 et Cr^5O^6, et sur la composition de laquelle je compte revenir.

» Pour obtenir de grandes quantités d'amalgame de chrome, j'ai trouvé qu'il fallait électrolyser une liqueur contenant 160^{gr} de chlorure chromique cristallisé, 100^{gr} d'acide chlorhydrique concentré et 740^{gr} d'eau et employer une densité absolue de courant suffisamment élevée.

» En opérant dans une cloche à douille contenant du mercure pur et la solution précédente, j'ai pu préparer, en peu de temps, avec un courant de 22 ampères et une surface mercurielle de $8^{cq},05$, c'est-à-dire avec une densité absolue de 0,273, plus de $1^{kg},500$ d'amalgame de chrome solide. Lorsque la densité du courant est trop faible, il ne se produit pas d'amalgame, comme je l'ai constaté dans un cas où cette densité n'était que de 0,028.

» Lorsqu'on a obtenu une quantité suffisante d'amalgame solide, on décante la solution et on lave rapidement le produit à l'eau froide; on le dessèche ensuite dans du papier à filtrer, puis on le comprime dans une peau de chamois. Le mercure qui s'échappe ne contient sensiblement plus de chrome, à peine 0,03 pour 100 d'après mes expériences.

» Pour analyser l'amalgame de chrome, obtenu par compression dans la peau de chamois, on le chauffe avec précaution au rouge dans un courant d'oxygène. Le résidu étant formé, malgré une chauffe prolongée, d'un mélange de sesquioxyde de chrome et d'oxyde salin à proportions variables, sa teneur en chrome fut déterminée par la méthode de Storer (²). L'analyse, faite sur deux échantillons différents, conduit à la formule Hg^3Cr.

» L'amalgame Hg^3Cr, obtenu comme nous venons de le dire, comprimé pendant quelques minutes dans des doubles de papier à filtrer, à une pression de 200^{kg} par centimètre carré, perd du mercure et donne un nouvel amalgame de composition constante répondant à la formule HgCr; c'est ce qu'ont montré les analyses de quatre échantillons différents.

(¹) *Pogg. Ann.*, t. XCI, p. 619.
(²) *Proc. of the Americ. Acad. of Arts and Sciences*, t. VI, p. 338.

» L'amalgame Hg^3Cr est mou, brillant, peu altérable à l'air; chauffé, il perd du mercure sans fondre et s'oxyde rapidement.

» L'amalgame $HgCr$ est plus dur; il est brillant comme le précédent, mais il s'altère plus facilement en laissant bientôt perler à sa surface de petites gouttelettes de mercure.

» Ces deux amalgames, calcinés dans le vide, laissent un résidu de chrome métallique, très friable, mais conservant la forme de la substance primitive.

» Par distillation dans le vide, au-dessous de 300°, de l'un de ces amalgames, on obtient du chrome métallique dont les propriétés sont très différentes de celles du chrome de Deville ([1]) et de Fremy ([2]).

» Ce chrome est pyrophorique à froid; il s'enflamme spontanément dans l'air et, chose curieuse, il absorbe à la fois les deux éléments azote et oxygène; la chaleur dégagée est suffisante pour porter toute la masse au rouge vif, tandis que le chrome préparé par M. Moissan, en distillant l'amalgame au-dessus de 350°, ne s'enflamme dans l'air qu'après avoir été légèrement chauffé.

» Le chrome pyrophorique possède des propriétés semblables à celles du manganèse pyrophorique obtenu dans les mêmes conditions par M. Guntz ([3]). Ainsi, il absorbe, avec incandescence, le bioxyde d'azote pour donner de l'azoture et de l'oxyde de chrome, et cette réaction a lieu à froid. Chauffé dans un courant d'azote, il devient également incandescent et forme un azoture de chrome.

» L'activité chimique de ce corps est si considérable qu'il absorbe l'acide sulfureux à froid avec incandescence, et que, si on le chauffe très légèrement dans un courant d'oxyde de carbone ou d'acide carbonique, la chaleur dégagée par la réaction est suffisante pour le porter au rouge vif.

» Calciné, le chrome pyrophorique devient beaucoup moins actif; il est sensiblement inaltérable à l'air et n'a d'action sur l'acide sulfureux, l'acide carbonique et l'oxyde de carbone que s'il est chauffé assez fortement.

» Je me propose d'étudier les produits formés dans ces diverses réactions, ainsi que les autres propriétés de ce métal ([4]). »

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* (3), t. XLI, p. 354; 1854.

([2]) *Comptes rendus,* t. XLIV, p. 632; 1857.

([3]) *Bulletin de la Société chimique de Paris,* p. 275; 1892.

([4]) Travail fait à l'Institut chimique de la Faculté des Sciences de Nancy, Laboratoire de M. Guntz.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode de synthèse d'amides complexes.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Schützenberger.

« Les cyanaldes, c'est-à-dire les composés obtenus par M. Arm. Gautier en combinant l'acide cyanhydrique aux aldéhydes, sont des corps instables; j'ai montré qu'il en était autrement de leurs éthers ([1]).

» *Dérivé isobutyrique.* — La préparation de l'acétate du cyanalde isobutyrique $(CH^3)^2.CH.CH(C^2H^3O^2)CAz$ confirme une fois de plus la stabilité de cette sorte d'éthers. J'ai obtenu ce composé par la méthode habituelle, en mettant en contact le chlorure d'acétyle et le cyanalde isobutyrique : c'est un liquide insoluble dans l'eau, bouillant sans décomposition à 189° sous la pression atmosphérique. A côté de ces éthers, j'ai rencontré d'autres dérivés complexes et stables qui sont des amides secondaires dérivés des cyanaldes.

» *Acétamide acétyl-lactique :* $AzH(C^2H^3O)(CO.CH)(C^2H^3O^2).CH^3$. — En distillant dans le vide le produit de la réaction du chlorure d'acétyle sur le nitrile lactique, on obtient généralement, outre l'éther acétique de ce nitrile, une masse visqueuse qui bout à 178° sous une pression de 15^{mm} de mercure. Cette masse, soumise à un froid peu vif mais prolongé, laisse déposer des cristaux que j'ai séparés par filtration à la trompe et purifiés par compression dans du papier à filtrer.

» Ces cristaux sont blancs, très hygrométriques; ils fondent vers 60° quand ils sortent de la presse, à 73° quand ils sont bien secs; ils sont solubles dans deux fois leur poids d'eau tiède, mais la dissolution se prend rapidement en cristaux avec une augmentation de poids de 10 pour 100 après dessiccation à l'air; il y a donc formation d'un hydrate de formule $AzC^7H^{11}O^4 + H^2O$, aisément dissociable. C'est par l'analyse et par l'action de l'eau que j'ai établi la constitution du corps fusible à 73° qui, d'après l'analyse, répond à la formule $AzC^7H^{11}O^4$. Ce composé ne présente pas les réactions des cyanures; il ne dégage pas d'ammoniaque sous l'action de la potasse à froid, il renferme donc l'azote sous forme d'amide. Les acides générateurs de cette amide ne peuvent être que l'acide acétique et l'acide acétyl-lactique.

» Admettons la formule $AzH(C^2H^3O)(CO.CH(C^2H^3O^2)CH^3)$ qui répond

---

([1]) *Comptes rendus,* 1895, 1er semestre.

à l'analyse; l'action de l'eau surchauffée sur un tel corps donnera naissance à de l'acétate d'ammoniaque et à de l'acide acétyl-lactique qui lui-même sera dédoublé par l'eau en acide acétique et en acide lactique que l'on pourra titrer. Opérons sur $1^{gr},353$ d'amide; chauffons à 150° pendant six heures au contact d'une dissolution légèrement alcaline, en tubes scellés : la quantité d'acide mise en liberté neutralise 15^{cc} de potasse titrée à 1 molécule KOH par litre; la formule exigerait $15^{cc},6$. Ajoutons un excès d'acide sulfurique et distillons à sec : l'acide acétique distillé correspond à $10^{cc},4$, c'est-à-dire exactement à 2 molécules d'acide acétique pour 1 molécule d'acide lactique.

» Dans une autre expérience, $0^{gr},54$ de matière ont été chauffés à 150° avec de la potasse à $\frac{1}{4}$ molécule par litre, puis on a fait bouillir à l'air la solution obtenue pour chasser l'ammoniaque formée; dans ces conditions $37^{cc},4$ d'alcali titré ont été neutralisés; théoriquement, il eût fallu $37^{cc},5$.

» *Diacétyl-lactamide :* $AzH(CO.CH.(C^2H^3O^2).CH^3)^2$. — Faisons passer du gaz chlorhydrique sec dans l'acétate de cyanalde refroidi, la masse ne tarde pas à se prendre en cristaux blancs qui résultent de la combinaison des deux corps, molécule à molécule :

$$CH^3.CH.C^2H^3O^2.CAz,\ HCl.$$

» Cette masse, projetée peu à peu dans l'eau glacée, ne tarde pas à laisser déposer un corps solide, blanc, cristallisé en aiguilles nacrées, légèrement amer, soluble dans la benzine et dans l'acide acétique. Sa composition est celle de la diacétyl-lactamide.

» Le dédoublement, par l'eau à 150°, d'une molécule de cet amide doit donner naissance à 3 molécules d'acide libre; et, en effet, 1^{gr} de matière soumis à l'eau alcaline pendant dix heures neutralise $48^{cc},8$ de potasse à $\frac{1}{4}$ de molécule par litre; ce qui correspond à $2^{mol},9$ d'acide mis en liberté.

» Le liquide, additionné d'acide sulfurique et distillé dégage sensiblement 2 molécules d'acide acétique pour 1 molécule d'amide.

» Enfin, la détermination du poids moléculaire du solide, fusible à 110°, fournit encore d'autres données qui confirment la constitution que nous attribuons à ce composé.

» *Combinaison avec la benzine.* — Quand on choisit la benzine comme dissolvant, le poids moléculaire trouvé est voisin de 306, sensiblement $AzH(C^5H^7O^3)^2 + C^6H^6$. De fait, si l'on dissout 2^{gr} de la diamide considérée dans 45^{gr} de benzine chaude, et si l'on refroidit lentement, le liquide se prend en une masse gélatineuse, semblable à la silice, d'où la

benzine ne s'échappe pas sous l'action de la presse. Cette facilité de combinaison avec la benzine est commune à beaucoup d'amides. J'ai déjà constaté (expériences inédites) que l'éther tartrique, dissous dans la benzine, présente un phénomène analogue avec, en outre, une fluorescence remarquable.

» Si, au lieu de benzine, on emploie l'acide acétique, on trouve, pour poids moléculaire de l'amide diacétyl-lactique, 230; on devrait trouver 245 : la concordance est donc suffisante.

» La constitution de ces corps établie, il reste à en trouver la genèse. Elle me paraît analogue à celle des amides par l'action des nitriles sur l'eau : $R.CAz + H^2O = R.COAzH^2$. Cette réaction est activée par l'acide chlorhydrique.

» Si l'eau fait place à un acide, l'acide acétique par exemple $\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ H \end{matrix}\right\rangle O$, la même réaction aura lieu :

$$R.CAz + C^2H^3O.OH = R.CO.AzH.C^2H^3O.$$

» Cette dernière réaction serait déterminée plutôt que facilitée par la présence de l'acide chlorhydrique. Ainsi la formation de la première diamide s'expliquerait par ce fait que, le nitrile lactique renfermant un peu d'eau, le chlorure d'acétyle réagit sur cette eau et donne de l'acide acétique; à son tour cet acide, en présence du nitrile acétyl-lactique et de l'acide chlorhydrique dégagé pendant la réaction, donne naissance à l'acétamide acétyl-lactique. »

STÉRÉOCHIMIE. — *Nouveaux exemples de superposition des effets optiques de carbones asymétriques*. Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **Ch. Goudet**, présentée par M. Friedel.

« I. L'amylacétate d'amyle à deux radicaux amyliques actifs est caractérisé par deux carbones asymétriques indiqués, dans la formule de cet éther, par le signe * :

$$(1) \qquad \left.\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\rangle \overset{*}{C}H - CH^2 - CH^2 - COO - CH^2 - \overset{*}{C}H\left\langle\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\right. .$$

» L'activité de ce corps résulte de la superposition des effets optiques des deux carbones asymétriques ; d'autre part, chacun de ces carbones

doit agir sur la lumière polarisée, comme si tout le reste de la molécule était inactif [1].

» Suivant une méthode déjà indiquée, nous avons préparé deux composés répondant à la formule ci-dessus, mais caractérisés l'un et l'autre par un seul carbone asymétrique actif; nous les avons obtenus en éthérifiant :

» *a*. Un mélange d'acide amylacétique droit et d'alcool amylique racémique ;

» *b*. Un mélange d'acide amylacétique racémique et d'alcool amylique gauche.

» Le premier de ces éthers a un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +4,36$.

» Le second a un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +1,54$.

» La somme de ces pouvoirs rotatoires représente, théoriquement, le pouvoir rotatoire de l'éther de formule (1), soit

$$[\alpha]_D = +4,36 + 1,54 = +5,90.$$

» Ce dernier corps a été enfin préparé en éthérifiant un mélange d'acide droit et d'alcool gauche, et nous avons trouvé que son pouvoir rotatoire est : $[\alpha]_D = +5,64$, nombre qui confirme le résultat déduit de la théorie.

» II. L'amylmalonate d'amyle, à trois radicaux actifs, doit son activité à trois carbones asymétriques, indiqués dans la formule (2) par le signe * :

$$(2)\qquad \begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!\!>\overset{*}{C}H - CH^2 - CH = \left(COO - CH^2 - \overset{*}{C}H\!\!<\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\right)^2.$$

» De ces trois carbones asymétriques, deux sont identiques (groupes amyles liés aux carboxyles).

» Pour évaluer *a priori* le pouvoir rotatoire de cet éther, nous avons préparé deux éthers de même formule, en faisant réagir :

» *a*. L'acide amylmalonique droit et l'alcool amylique racémique;

» *b*. L'acide amylmalonique racémique et l'alcool amylique gauche.

» Le premier de ces éthers a un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +6,10$.

» Le second a un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +3,48$; ce dernier mesure l'action optique des deux carbones asymétriques identiques; en nous reportant à une étude antérieure relative à l'oxyde d'amyle [2], il est évident

---

(1) Guye et Gautier, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XI, p. 1179, et t. XIII, p. 457.

(2) Guye et Gautier, *loc. cit.*

que l'action due à un seul de ces carbones asymétriques est égale à

$$\frac{+3,48}{2} = +1,74.$$

» De là résulte que le pouvoir rotatoire de l'éther de formule (2), à trois carbones asymétriques actifs, doit être égal à

$$+6,10 + 1,74 + 1,74 = +9,58.$$

» Ce dernier éther a été enfin préparé, et l'on a trouvé pour son pouvoir rotatoire

$$[\alpha]_D = +9,68,$$

résultat qui confirme les données de la théorie.

» Les autres propriétés de ces corps et les précautions prises pour les obtenir seront indiquées dans une publication plus détaillée ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur une exploration zoologique de la Corse.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Milne-Edwards.

« J'ai consacré la majeure partie du mois de septembre et d'octobre à étudier la faune de la Corse, et notamment les animaux marins ([2]). Après avoir recherché les espèces de Poissons d'eau douce qui peuplent les ruisseaux du versant occidental, depuis leurs sources dans les lacs des hauts sommets jusqu'à leurs embouchures, j'ai examiné le golfe d'Ajaccio, celui de Valinco, avec la région de Bonifacio, sous le double rapport des conditions de milieu qu'ils présentent et de la répartition des êtres habitant leurs eaux.

» Les seuls Poissons d'eau douce qu'il m'ait été donné de trouver sont des *Truites*, des *Anguilles*, et le *Blennius Cagnota* Val. Les deux premiers sont abondants partout; la troisième espèce, de beaucoup plus rare, ne se trouve guère que dans les affluents du Prunelli, petit fleuve d'Ajaccio, et principalement dans l'Arnascha. Malgré toutes mes investigations, et les

([1]) Genève, laboratoire de Chimie de l'Université.

([2]) J'ai été accompagné, dans cette exploration, par MM. Jammes, chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Toulouse, Lafforgue, préparateur à la même Faculté, et Armand patron pêcheur.

renseignements pris auprès des gens du pays, aucun autre type ne paraît habiter ces cours d'eau. Ces trois sortes de Poissons appartiennent à des groupes dont la majorité des représentants vivent dans la mer, ou bien se rendent à la mer pour y frayer, ou encore se bornent à remonter les fleuves pour y accomplir leur reproduction; elles n'entrent pas dans les familles où l'habitat d'eau douce constitue la règle exclusive. Autant qu'il est permis de conclure, d'après une telle particularité, l'établissement de cette petite faune spéciale s'est produit d'une manière indépendante, par un emprunt direct à certaines formes marines, sans aucun appoint fourni par le continent, et alors que la Corse se trouvait déjà une île; l'évolution suivie en ce sens s'est accomplie, par un phénomène de convergence, d'une manière parallèle à celle qui s'est manifestée pour ces genres sur le continent lui-même.

» Les golfes d'Ajaccio et de Valinco se ressemblent, à peu de chose près, par leurs conditions de milieux et leur faune. Largement ouverts à l'ouest, profondément encaissés, leurs rivages sont constitués par des collines granitiques, qui s'élèvent rapidement en altitude; par une conséquence naturelle, les fonds augmentent avec une rapidité égale, au point que la profondeur, à cinq cents mètres du rivage, atteint déjà, en beaucoup d'endroits, trente à quarante mètres. L'identité parfaite des roches, de part et d'autre des côtes, autorise à penser que la cuvette est elle-même formée par du granite. Ce dernier se désagrège avec facilité; autant par l'action des vagues sur les falaises côtières que par l'apport des cours d'eau, toutes les petites criques du rivage sont comblées, sur leurs bords, par un menu gravier où dominent les quartzites roulés; ce gravier descend jusqu'à 10^m et 15^m, coupé de place en place par des pointes rocheuses, à l'abri desquelles s'établissent, mais toujours sur des étendues restreintes, des tapis d'Algues vers la côte, et des prairies de Zostères plus profondément. Il n'est d'exception, à cet égard, que pour la pointe nord du golfe d'Ajaccio et pour les îles Sanguinaires, où le granite est remplacé par une diorite compacte; les criques à menu gravier font alors défaut, et le fond se compose de gros galets. Dans les trous des rochers et dans les Zostères, vit une abondante faune de Poissons et de Crustacés; les *Scorpæna*, les *Conger* dominent parmi ceux-là, et les *Palinurus* parmi ceux-ci. Au delà de 15^m à 20^m, le menu gravier cesse, pour faire place à une vase sableuse, de couleur foncée, de faible odeur bitumineuse, contenant des rizhomes de Zostères à demi décomposés, et une riche faune de Mollusques, notamment des *Turritella* et des petits *Dentalium*, où les coquilles mortes pré-

dominent de beaucoup; plus bas, vers 40^m à 50^m, les éléments sableux diminuent dans l'argile, qui devient plus pure et plus claire. Ces zones vaseuses constituent la cuvette même des golfes; elles sont soulevées, en beaucoup d'endroits, par des pointes rocheuses, où vivent les mêmes Poissons et les mêmes Crustacés que dans les régions plus proches de la côte, et sur lesquelles s'établissent, au surplus, des colonies assez nombreuses de *Gorgonia* et de *Corallium*.

» Les conditions changent en ce qui concerne la région de Bonifacio, car les grands golfes font alors défaut, du moins sur la côte occidentale; le rivage consiste en des criques peu encaissées, ou en de profondes découpures étroites et encadrées de hautes falaises abruptes, véritables fjords minuscules, dont le port de Bonifacio est le meilleur exemple. La roche côtière est composée, soit par du granite, soit par un grès calcaire, déposé en couches horizontales, dont les éléments sont empruntés au granite sous-jacent; le résultat, par suite, est semblable à celui des golfes d'Ajaccio et de Valinco, et les fonds, en allant du rivage vers le large, sont constitués par du menu gravier, de la vase sableuse, et enfin de la vase pure. Seulement deux particularités nouvelles interviennent ici. L'intérieur des fjords, notamment du port de Bonifacio, s'avance fort loin dans les terres, et des infiltrations d'eau douce s'y déversent, qui rendent saumâtre l'eau de la mer, mais en ce lieu seulement; aussi, une faune spéciale, qui rappelle celle des étangs saumâtres de la côte orientale, s'y développe-t-elle, surtout caractérisée par la présence de l'*Ostrea cristata* Born, essaimée un peu partout, élevée dans un parc et modifiée dans sa forme par la culture dont elle est l'objet. D'un autre côté, les fonds voisins de cinquante mètres, au lieu de se trouver logés dans un golfe abrité, sont situés au large des côtes, et sans cesse balayés par les courants rapides des Bouches de Bonifacio; la conséquence en est que la faune à *Gorgonia* et à *Corallium* prend une importance extrême, favorisée en outre par la présence de nombreuses éminences sous-marines, dont témoignent les écueils de la région. Le corail était autrefois l'objet d'une pêche lucrative, qui n'existe plus aujourd'hui, à cause de son mince rapport. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'anatomie et la position systématique des Ascidies composées du genre* Sigillina *Sav.* Note de M. **Maurice Caullery** (1), présentée par M. Edm. Perrier.

« Depuis que Savigny (2) a décrit, sous le nom de *Sigillina australis*, une Ascidie composée rapportée d'Australie par Péron, cette forme n'a été revue par aucun naturaliste. Savigny nous en a donné, comme de beaucoup d'autres Tuniciers, une étude très remarquable pour l'époque et dont les résultats ont servi de base aux auteurs ultérieurs pour assigner à *Sigillina* une place dans le groupe des Synascidies. La plupart (von Drasche, Herdman, Lahille) la rangent dans la famille des *Polyclinidœ;* d'autres (Giard), dans les *Distomidœ*. M. Edmond Perrier m'ayant confié l'étude d'un certain nombre de Tuniciers (3), appartenant aux collections du Muséum, j'ai pu examiner *Sigillina*, sur l'échantillon même figuré par Savigny (*loc. cit.*, Pl. III, fig. 2). Je renvoie, pour un grand nombre de points, au Mémoire de ce dernier auteur, et j'insiste seulement ici sur ceux qui ont été omis par lui et sont décisifs pour l'interprétation de cette forme.

» Les ascidiozoïdes de *Sigillina australis* présentent, comme ceux des divers *Polyclinidœ*, trois régions : 1° le thorax, renfermant la branchie; 2° l'abdomen, formé principalement par l'anse digestive; 3° le post-abdomen, long tube filiforme courant dans la partie pédonculaire du cormus. Les deux siphons présentent chacun six lobes, et s'ouvrent tous deux directement à l'extérieur, de sorte que les individus ne sont pas groupés en systèmes autour de cloaques communs.

» J'ai constaté que la branchie présente, d'une façon constante, trois rangées de trémas; ceux-ci sont au nombre de 24 environ de chaque côté. Les rangées sont séparées, l'une de l'autre, par une lame à bord entier, assez fortement saillante dans l'intérieur de la chambre branchiale et portant, du côté dorsal, une languette assez longue. J'ai pu examiner une série de bourgeons, sur lesquels j'ai vu les trois rangées de trémas se former

(1) Cette Note avait été communiquée à l'Académie dans la séance du 25 novembre.

(2) Savigny, *Mémoires sur les animaux sans vertèbres*. Paris, 1816 (p. 40, 61; Pl. III, *fig.* 2, et Pl. XIV).

(3) Je le prie d'agréer ici mes remercîments.

simultanément. Il y a des muscles assez forts entre les rangées de trémas.

» Le tube digestif a été bien étudié par Savigny. Je ferai remarquer seulement que l'anse intestinale est tordue, fait que l'on observe chez les *Didemnidæ* ([1]), les *Distomidæ* et, parmi les *Polyclinidæ*, dans le genre *Polyclinum*.

» J'ai pu, par des coupes minces, étudier le post-abdomen qui offre la structure de celui des *Polyclinidæ*. Sa paroi présente des bandes musculaires longitudinales et sa cavité est divisée en deux tubes, par une cloison transversale, homologue de l'épicarde. Il se détache de l'abdomen sur le côté droit. Ce post-abdomen est donc bien homologue de la région de même nom chez les *Polyclinidæ*, et diffère des tubes postérieurs, simplement ectodermiques, des *Distomidæ*.

» Mais *Sigillina* diffère des Polycliniens par deux caractères très importants : 1° la position du cœur; 2° celle des organes génitaux. L'un et l'autre ont été omis par Savigny, si bien que, d'après sa description, il était logique de faire de *Sigillina* un Polyclinien.

» 1° Le cœur est situé *dans l'abdomen*, du côté droit, à l'intérieur de l'anse digestive; il a la forme habituelle chez les Tuniciers; ses relations avec l'épicarde sont normales, mais ici l'épicarde se prolonge au-dessous de lui dans le post-abdomen.

» 2° Le testicule (peu développé dans les échantillons que j'ai eus à ma disposition) est formé de 8-12 ampoules situées également dans l'intérieur de l'anse intestinale.

» La position de ces deux organes est identique à celle qu'ils ont chez les Distomiens, très différente de ce qui existe chez les Polycliniens.

» Quant à l'ovaire, il était très difficile à étudier, vu l'état des échantillons conservés depuis quatre-vingts ans et aussi à cause de son très faible développement. J'ai cependant observé des cordons d'ovules dans le post-abdomen.

» La tunique a une structure également très intéressante chez *Sigillina*. Elle est surtout formée de grandes cellules vacuolaires. C'est une disposition très générale chez les Distomiens, tandis qu'on ne l'observe pas chez les Polycliniens.

» Le bourgeonnement s'effectue comme chez les Polycliniens, par tronçonnement du post-abdomen, et les bourgeons offrent avec ceux de cette famille une identité complète.

([1]) Voir les figures d'une Note précédente, page 776.

» *Sigillina,* ainsi qu'il résulte de la description précédente, est donc un genre extrêmement intéressant, qui n'appartient ni aux *Polyclinidæ,* ni aux *Distomidæ.* Il offre en commun, avec les premiers, la présence et la structure du post-abdomen, la position de l'ovaire, et le mode de bourgeonnement; avec les seconds, la position du cœur et du testicule et la structure de la tunique. Il faut donc réserver à ce genre une place spéciale dans une famille distincte, dont les deux familles citées sont peut-être dérivées. Le fait que la branchie de *Sigillina* ne présente qu'un très petit nombre de rangées (trois) de trémas et l'absence de cloaques communs sont des arguments en faveur de la signification archaïque de cette forme.

» Gottschaldt [1] a décrit récemment sous le nom de *Polyclinopsis Hæckeli* une Ascidie composée qui se rapproche beaucoup de *Sigillina.* Bien qu'il y existe un post-abdomen, le testicule est situé dans l'intérieur de l'anse abdominale; mais le cœur (au moins autant qu'il résulte de la description) est dans le post-abdomen ainsi que l'ovaire. L'auteur ne signale pas de cellules vésiculeuses dans la tunique. La branchie présente douze rangées de trémas. Enfin les individus sont groupés en systèmes autour de cloaques communs.

» *Polyclinopsis* et *Sigillina* ont donc entre eux des affinités indiscutables; *Sigillina* s'éloigne cependant davantage des Polycliniens et présente des caractères incontestablement plus primitifs. Je propose de réunir ces deux Ascidies dans une famille spéciale, à laquelle le nom de *Polyclinopsidæ*, déjà proposé par Gottschaldt, me paraît convenir, en raison de l'apparence que la présence du post-abdomen donne à ces deux formes. Les *Polyclinopsidæ* seraient intermédiaires entre les *Polyclinidæ* et les *Distomidæ.* Peut-être faudrait-il ranger le genre *Clavelina* dans cette nouvelle famille, ou tout au moins l'en rapprocher beaucoup. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'accumulation du sucre dans les racines de betteraves.* Note de M. **L. Maquenne**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Il a été impossible jusqu'à présent de formuler une interprétation rationnelle de l'équilibre qui subsiste entre la racine et les feuilles d'une betterave, au point de vue de leur composition chimique. S'il est facile, en

---

(1) Gottschaldt, *Die Synascidien der Bremer Expedition nach Spitzbergen,* (*Jenaïsche Zeitsch. f. Naturw.;* t. 28, 1894, p. 353; Pl. XXIV, fig. 3, et XXV, fig. 14).

effet, de comprendre comment les hydrates de carbone élaborés par la cellule à chlorophylle arrivent par diffusion jusque dans la racine, on ne voit plus pourquoi, après avoir pris la forme de sucre, ils ne retournent plus aux feuilles, en vertu des mêmes lois de la diffusion.

» L'égalité n'existant pas entre la composition chimique des différentes parties d'une même plante, il faut nécessairement que la diffusion soit contrebalancée par une autre influence : c'est ordinairement la transformation chimique que subissent les principes immédiats au cours même de leur migration qui produit cet effet et, dans le cas de la betterave, il suffit de se rappeler que (sans doute par l'influence de quelque diastase) les hydrates de carbone prennent la forme de sucres réducteurs ou de saccharose suivant qu'ils montent ou descendent dans les tissus de la plante pour comprendre la différence de composition qualitative de ses deux parties; il n'en reste pas moins à expliquer la différence de concentration de leurs sucs cellulaires.

» L'étude que je poursuis depuis deux ans sur ce sujet m'a conduit à y voir une simple question d'équilibre osmotique.

» En effet, considérons deux cellules, en relation directe ou indirecte, peu importe, et renfermant, la première, une solution de sucre interverti, l'autre une solution de saccharose : il va s'établir entre elles un échange d'eau, suivant les lois connues de l'osmose, et un échange de principes solubles qui, par diffusion, peuvent cheminer en tous sens et indépendamment de tout mouvement de l'eau.

» S'il s'agit de cellules artificielles, de vases poreux, par exemple, ce double transport va bientôt amener l'égalité parfaite de composition des deux liquides en conflit et alors l'équilibre sera atteint, tant au point de vue de l'osmose qu'à celui de la diffusion; mais, si les cellules en question appartiennent à une betterave vivante, les choses vont se passer tout autrement : les hydrates de carbone ne pouvant subsister dans l'une qu'à l'état de sucres réducteurs et dans l'autre qu'à l'état de saccharose, l'équilibre de diffusion ne pourra jamais s'établir, tandis que, rien n'entravant la circulation de l'eau, celle-ci va comme auparavant cheminer par osmose, jusqu'à ce qu'il y ait égalité de pression dans les deux cellules.

» Or on sait que les pressions osmotiques sont en raison inverse des poids moléculaires des corps dissous et que le poids moléculaire du saccharose est sensiblement double de celui des glucoses : il faudra donc, pour qu'il y ait équilibre, que la concentration du saccharose soit double de celle des sucres réducteurs.

» Si, par suite de l'assimilation, la pression osmotique vient à augmenter dans les feuilles, les principes élaborés émigrent vers la racine et prennent la forme de saccharose; si elle diminue, le sucre de la racine se dédouble et passe dans les feuilles; si enfin elle demeure constante, tout mouvement s'arrête, car la diffusion, dans un sens ou dans l'autre, aurait nécessairement pour effet de déterminer un échange d'eau qui rétablirait immédiatement l'équilibre rompu.

» Pour vérifier cette hypothèse, il suffisait de voir si les pressions osmotiques exercées, vis-à-vis de l'eau pure, par le suc des feuilles et celui des racines sont bien réellement du même ordre de grandeur; nous y avons réussi en comparant leurs températures de congélation qui, comme on le sait, sont une fonction simple des pressions correspondantes. Dans tous les cas étudiés, nous avons obtenu des nombres extrêmement voisins.

» Le Tableau suivant résume les observations que nous avons pu faire au cours des deux dernières saisons sur des betteraves à collet vert; les pressions osmotiques ont été calculées par la formule approximative

$$P = a \times \frac{p}{p'} \times 12,05,$$

dans laquelle a désigne la température de congélation, p le poids de matière dissoute dans 100gr de dissolution, et p' le poids de matière soluble rapportée à 100gr d'eau.

	I.		II.		III.		IV.		V.	
	Racines.	Feuilles.	Racines.	Feuilles.	Racines.	Feuilles.	Racines.	Feuilles.	Racines.	Feuilles.
Sucre pour 100.	10,8	»	13,3	»	13,5	»	10,4	»	12,8	»
a	1°,27	1°,12	1°,30	1°,15	1,32	1°,17	1°,20	0°,10	1°,30	1°,12
p	12,0	5,25	14,84	6,12	15,15	6,63	13,25	5,70	15,30	5,44
p'	13,64	5,54	17,42	6,52	17,85	7,11	15,28	6,05	18,06	5,75
P.......	13at,5	12at,8	13at,4	13at,0	13at,5	13at,1	12at,5	12at,5	13at,3	12at,7

» La pression osmotique correspondante aux feuilles est en général un peu inférieure à celle des racines, pour la température de congélation indiquée, mais il suffirait d'un écart de 15°, en faveur des feuilles, pour établir l'égalité parfaite des deux valeurs de P, dans les cas les moins favorables. Une semblable différence est de l'ordre de celles qui existent normalement entre le sol et l'atmosphère : il y a donc bien équilibre osmotique entre la partie souterraine et la partie aérienne de la plante, comme nous l'avions supposé au début.

» Cette nouvelle théorie, qui fait de l'osmose l'un des facteurs essentiels

de la Physique végétale, nous paraît devoir présenter de nombreuses applications ; elle nous permet dès à présent d'énoncer la règle suivante, qui paraît être générale en Physiologie : *tout principe immédiat peut s'accumuler quand sa formation donne lieu à un abaissement de la pression osmotique.*

» C'est pour cette raison que les principes qui s'accumulent sont toujours fortement condensés, et cette règle comprend évidemment comme cas particulier la théorie émise autrefois par mon savant maître, M. Dehérain, relativement à l'assimilation des matières minérales et à la migration des principes élaborés. »

GÉOLOGIE. — *Les glaciers pliocènes et quaternaires de l'Auvergne.* Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Plusieurs géologues, parmi lesquels il faut citer surtout Lecoq, Rames, M. Julien, se sont occupés des anciens glaciers de l'Auvergne. Rames avait observé, aux environs d'Aurillac, des formations glaciaires de deux époques différentes. Ces deux époques auraient été séparées par le laps de temps nécessaire au creusement des vallées actuelles.

» Mais, tandis que les moraines du fond des vallées du Cantal ont été reconnues comme telles par tous les géologues, des objections ont été soulevées contre la nature morainique des formations plus anciennes, occupant le sommet des collines et la surface des plateaux des environs d'Aurillac. Ces collines et ces plateaux sont, en effet, formés par une brèche volcanique composée de blocs de natures variées, plus ou moins volumineux et cimentés par des cendres et des boues volcaniques. En désagrégeant les parties superficielles de cette brèche et en entraînant les parties friables et ténues, les agents atmosphériques ont isolé les blocs. Ceux-ci rappellent alors les blocs erratiques transportés par les glaciers.

» Les courses auxquelles je me livre, depuis plusieurs années, en Auvergne, pour le Service de la Carte géologique détaillée de la France, m'ont conduit à reprendre l'étude de cette question. Pour arriver à une solution satisfaisante, j'ai dû multiplier mes observations et parcourir des territoires beaucoup plus étendus que ceux étudiés jusqu'à présent à ce point de vue.

» La région comprise entre le mont Dore, le Cézallier et le Cantal est particulièrement intéressante. Ces trois massifs volcaniques sont disposés de manière à former un immense hémicycle ouvert vers l'ouest, de plus de 40^{km} de diamètre. Tous les plateaux qui constituent le fond et les pentes

inférieures de ce cirque offrent une topographie des plus curieuses en rapport avec d'anciens phénomènes glaciaires d'une extrordinaire intensité. Cette topographie est caractérisée par la présence de milliers de petites buttes dont un certain nombre sont figurées sur la Carte de l'État-Major (feuille de Mauriac). Elle est d'ailleurs indépendante de la nature du terrain, car les buttes s'observent indifféremment dans les régions de gneiss, de granulite, d'andésite, de basalte, etc.

» Tous ces monticules offrent, du côté tourné vers les parois de l'hémicycle montagneux, des pentes douces, des surfaces arrondies, *moutonnées,* souvent sillonnées de stries profondes et parallèles, tandis que, du côté opposé, la roche a conservé ses angles vifs et forme des escarpements verticaux. Rien n'est plus curieux, pour un voyageur placé sur un des plateaux de cette contrée (aux environs de Champs, par exemple), que la différence d'aspect du paysage suivant que ce voyageur se tourne vers la montagne ou vers la vallée de la Dordogne. D'un côté, le pays lui offre un modelé des plus doux, des croupes arrondies, souvent boisées, un exemple magnifique de paysage *moutonné*. De l'autre côté, au contraire, il ne voit que des lignes droites, des arêtes rocheuses, des escarpements verticaux. Lecoq avait bien observé et décrit ces phénomènes dans le Puy-de-Dôme, sans les rapporter à leur véritable origine.

» Celle-ci ne saurait faire l'objet d'un doute. Entre les monticules dont je viens de parler, se trouve un labyrinthe de prairies, parfois marécageuses, où il est très difficile de se guider même avec une Carte, et dont le sous-sol est formé par des moraines à cailloux striés, avec des blocs erratiques de toutes grosseurs. Ces moraines passent parfois, en aval, à des plaines d'alluvions fluvio-glaciaires, véritables terrasses alluviales qui dominent de 300^{m} le fond des vallées actuelles (environs de Bort).

» On trouve, sur ces plateaux, un grand nombre de vallées sèches et c'est également dans cette région que s'observent presque tous les lacs de l'Auvergne n'ayant pas une origine volcanique.

» Ces phénomènes se poursuivent sur plus de 600^{kmq} d'étendue. Les traînées d'alluvions fluvio-glaciaires et les blocs erratiques franchissent le fossé profond où coule la Dordogne et vont recouvrir les collines du Limousin.

» Ils ne sauraient s'expliquer par des glaciers individualisés, logés dans des vallées séparées : ils impliquent l'existence d'une véritable nappe de glace ayant recouvert toute la région.

» Cette grande extension glaciaire n'a rien de commun avec celle que

plusieurs savants, MM. Julien, Michel-Lévy, Munier-Chalmas, ont cru reconnaître à Perier, près d'Issoire, car, dans la région qui nous occupe, elle est postérieure au basalte des plateaux, c'est-à-dire à la dernière éruption volcanique. Elle remonte néanmoins à une haute antiquité, car tout le réseau hydrographique actuel est plus récent. Les phénomènes dont je viens de parler ne s'observent que sur les plateaux dominant le fond des vallées de 100, 200, 300^{m} suivant les points.

» Après leur creusement, pendant une époque interglaciaire, ces vallées furent occupées par des glaciers localisés dont les traces, décrites depuis longtemps aux environs d'Aurillac et de Murat, s'observent aussi dans la plupart des vallées cantaliennes. C'est ainsi que le fond de la vallée de la Marse présente de grandes surfaces rocheuses striées et moutonnées, que les vallées de la Véronne, de la Rue, de la Santoire, etc., offrent de superbes moraines. En compagnie de M. Pierre Marty, auteur d'une belle étude sur les formations quaternaires de la vallée de la Cère, j'ai reconnu sur les revers sud du Plomb-du-Cantal, dans la petite vallée du Siniq, près de Malbo, à 1040^{m} d'altitude, les traces admirablement conservées d'un petit glacier quaternaire qui n'atteignait pas 10^{km} de longueur et dont l'œil peut embrasser à la fois toutes les parties : cirque névéen, moraines latérales et frontales, dépression centrale.

» L'âge quaternaire de ces moraines nous est démontré par les fossiles de diverses natures, trouvés aux environs d'Aurillac.

» Quant aux formations glaciaires des plateaux, ce n'est que par comparaison avec d'autres régions du Massif Central, le Puy-de-Dôme et le Velay, que nous pouvons les rapporter au Pliocène supérieur. »

GÉOLOGIE. — *Sur la geologie et la tectonique du Caucase central.* Note de M. E. Fournier, présentée par M. Fouqué.

« Un voyage d'exploration que nous venons de faire dans la partie centrale du Caucase nous a permis de réunir un certain nombre d'observations géologiques importantes que nous allons essayer de résumer ici. La description complète de cette région si peu connue fera l'objet d'un travail ultérieur de notre part.

» *Succession des assises.* — L'axe de la chaîne est occupé par des gneiss dans lesquels s'intercalent des granites, granulites, pegmatites, granulophyres, syénites, minettes, mélaphyres, gabbros, diabases, augites; en somme, tous les types principaux de tous les groupes de roches anciennes

sont représentés, et il est à présumer que l'examen microscopique de nos échantillons révélera l'existence de roches nouvelles.

» Les gneiss passent insensiblement à des schistes cristallins, riches en minéraux [staurotide, amphibole, tourmaline (vallée du Baksan)] et dans lesquels s'intercalent les mêmes roches que dans les gneiss, mais avec prédominance du groupe mélaphyrique.

» Viennent ensuite des talcschistes et des schistes à séricites. Les schistes cristallins disparaissent par étirement sur une partie du flanc sud et dans tout l'est de la chaîne.

» Les schistes paléozoïques présentent des intercalations d'argiles et de calcaires sans fossiles déterminables; on y a seulement signalé Bythotrephis.

» Presque tous les gîtes minéraux du Caucase : galène argentifère, pyrite, cuivre, stibnite, réalgar, filons de quartz aurifère de la rivière Ingour, etc., sont annexés à ce groupe; c'est aussi au sein de ces schistes que jaillissent la plupart des sources minérales.

» Traversés d'abord par des éruptions de mélaphyres, ils ont été, pendant la période d'activité du Kasbeck et de l'Elbrouz, envahis par les trachytes et les basaltes.

» Le Permocarbonifère, le Trias et l'Infralias font défaut dans la région étudiée par nous; les schistes paléozoïques sont toujours en contact direct avec le Lias.

» Le Lias est schisteux, argileux, parfois psammitique et ne contient que des fragments de tiges ou de feuilles de Monocotylédones. Un horizon à Posidonies correspond au Toarcien. Les injections de Diabases, de Diorites, de Mélaphyres les ont profondément métamorphisés en certains points. Au Lias sont annexés des gisements de galène argentifère, de fer et parfois des sources de pétrole.

» L'oolithe inférieure est constituée par des schistes dans lesquels s'intercalent des bancs de houille (Tkwibouli), des poudingues et des grès à *Pterophyllum caucasicum, Pecopteris exilis, Zamites* et Monocotylédones indéterminables : c'est un faciès essentiellement littoral.

» Avec l'Oxfordien apparaissent les premières formations calcaires dans lesquelles abondent : *Amaltheus alternans, Phylloceras tatricum, Panopea elongata,* etc., avec mélange de faunes à affinités bajociennes.

» Les Andésites, Mélaphyres, Teschénites et Diabases ont fréquemment traversé les couches de l'oolithe; comme minéraux, signalons, à ce niveau, l'albâtre, le gypse et des sources de pétrole.

» Dans le Jurassique supérieur, le faciès argilo-sableux reparaît avec des conglomérats à ciment argileux. Des filons de diabases, mélaphyres et porphyrites traversent ces couches; on y observe des bancs de gypse et des lignites.

» L'infracrétacé présente une succession très complète : 1° les marnes vertes de Sargwechi à *Natica leviathan* (Valanginien); 2° les marnes jaunes de Sargwech à *Ostrea Couloni, Alectryonaria rectangularis,* etc. (Hauterivien); 3° les calcaires blancs coralligènes à Réquiénies et Chamacées (Urgonien); 4° les marnes et calcaires à *O. Aquila, Ancyloceras Matheroni,* etc. (Aptien); 5° les couches glauconieuses à *Haploceras Beudanti, Am. Milletianus,* etc. de Souram (Gault); 6° les calcaires gréseux à *Haploceras Djumesensis* et *Discoïdea subuculus,* les calcaires jaunes à Trigonies et les calcaires blancs à *Cerithium maritimum* (Cénomanien).

» La craie comprend à sa base des couches calcaréo-marneuses à *Inoceramus labiatus* (Turonien) et, à sa partie supérieure, des bancs crayeux à silex avec *In. Cuvieri, Ananchytes ovatus, Terebratula carnea,* etc. (Sénonien).

» Dans le Tertiaire, on observe de la base au sommet : 1° marnes et argiles à silex; 2° calcaires nummulitiques à *N. lævigata* (versant sud); 3° schistes à *Meletta esox, Zeus colchicus;* 4° calcaires et molasses à Lamna avec couches de manganèse de Dchiatoura; 5° schistes et marnes oligocènes ([1]) à végétaux de Tiflis; 6° Sarmatique avec *Mactra Padolica, Tapes gregaria, Cerithium rubiginosum;* 7° couches sableuses lignitifères; 8° conglomérats à galets impressionnés (Pliocène).

» *Tectonique*. — Il résulte de nos études que le Caucase central est un vaste anticlinal renversé au sud comme au nord, mais cet anticlinal n'est pas simple, c'est un faisceau d'anticlinaux secondaires. Sur le versant sud le renversement affecte toutes les couches jusqu'au Sarmatique. Sur le versant nord, il s'arrête à l'oolithe, sur laquelle repose en discordance une série infracrétacée normale (Coupe).

» Au sud de cette grande zone anticlinale, on observe quatre zones synclinales principales : 1° celle du Tskhenis-Tskhali, 2° du Rion supérieur, 3° de la Kwirila, 4° de la Koura. Ces zones sont séparées par les dômes anticlinaux d'Alpala, entre le Rion supérieur et le Tskhenis-Tskhali, de Tkwibouli entre le Rion supérieur et la Kwirila, de Dzirouli entre les synclinaux précédents et celui de la Koura.

([1]) Dans l'Oligocène on observe de fréquentes éruptions de basaltes, andésites et trachytes.

» La région du petit Caucase (au sud du Caucase principal) a été le point de départ de poussées dirigées du sud vers le nord, au moment où s'est effectué le renversement septentrional de la grande chaîne, c'est-à-dire entre l'Oolithe et l'Infracrétacé. Au moment où s'est produit le mouvement qui a renversé le Caucase vers le sud, c'est-à-dire à la fin de la période oligocène et jusque dans le Sarmatique, le massif du petit Caucase ayant subi déjà son maximum de plissement lors de la production du mouvement précédent, a joué le rôle de massif résistant par rapport aux poussées venant du nord.

» Ce massif du petit Caucase, extrêmement bouleversé sur son flanc nord, nous a fourni de curieux exemples de dômes elliptiques ([1]) déversés sur leur pourtour. Le bassin de la Koura et celui de la Kwirila, écrasés entre le grand et le petit Caucase, présentent des séries complexes d'anticlinaux et de synclinaux amygdaloïdes.

» Enfin, nous avons pu, en suivant les formations littorales, reconstituer dans le Caucase le tracé de la distribution des terres et des eaux aux diverses époques; contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, les lignes de rivages ne sont nullement parallèles à l'axe de la chaîne. »

MINÉRALOGIE. — *Sur deux formes nouvelles du quartz*. Note de M. P. Termier, présentée par M. Daubrée.

« Au cours d'une excursion géologique et minéralogique en Suisse, au mois de juillet dernier, un de mes compagnons de voyage a trouvé, devant moi, dans un bloc de gneiss de la moraine latérale droite du glacier inférieur de Grindelwald, près de la Bäregg, un cristal de quartz dont l'aspect singulier a vivement attiré mon attention.

» Ce cristal, long de trois centimètres et large de deux, présente, comme faces dominantes, outre deux faces du prisme hexagonal, trois grandes faces peu éclatantes, sur lesquelles des stries régulières dessinent des réseaux parallélogrammiques. Il y a de plus une face, assez petite, mais très éclatante, du rhomboèdre primitif, et une multitude de petites facettes qui, malgré leur exiguïté, fournissent de très bonnes mesures au goniomètre de Mallard.

» L'une des trois grandes faces mates appartient à l'isoscéloèdre désigné par la lettre ξ dans le Mémoire classique de M. Des Cloizeaux. Cette face a

([1]) Les grands axes de ces ellipses sont parallèles à l'axe du grand Caucase.

pour symbole hexagonal

$$(\bar{1}.2.\bar{1}.\bar{2})$$

en convenant de noter $(0.1.\bar{1}.0)$ et $(1.0.\bar{1}.0)$ les deux grandes faces visibles du prisme hexagonal e^2, et en attribuant le symbole $(1.0.\bar{1}.1)$ à la face bien visible et éclatante du rhomboèdre p.

La deuxième face mate, qui est la plus grande des trois (17^{mm} sur 10^{mm}), est rigoureusement en zone avec e^2 $(\bar{1}.1.0.0)$ et $e^{\frac{1}{2}}$ $(1.\bar{1}.0.1)$. C'est donc un rhomboèdre, et son symbole est

$$e^6 = (\bar{7}.7.0.4).$$

On a en effet $e^2 e^6$(adj.) $= 24°13'$ (angle des normales). La mesure du même angle a donné $24°12'$.

La troisième face mate est un hémiscalénoèdre très voisin de la zône $e^2\xi = (0.1.\bar{1}.0)\ (\bar{1}.2.\bar{1}.\bar{2})$. Le symbole de cet hémiscalénoèdre est, en effet :

$$\Gamma_1 = b^{\frac{1}{37}} b^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{20}} = (32.\bar{15}.\bar{17}.62).$$

Il est déterminé par les angles suivants (angles des normales aux faces) :

			Mesuré.	Calculé.
$\Gamma_1(32.\bar{15}.\bar{17}.62)$	avec	p $(1.0.\bar{1}.1)$....	28°14′	28°16′
»	»	e^2 $(1.0.\bar{1}.0)$....	64 5	64 7 20″
»	»	e^2 $(0.1.\bar{1}.0)$....	89 5	89 0
»	»	$e^{\frac{1}{2}}$ $(0.1.\bar{1}.1)$....	56 33	56 30
»	»	e^6 $(\bar{7}.7.0.4)$....	91 27	91 26

» Le rhomboèdre e^6 et le scalénoèdre Γ_1 n'ont, à ma connaissance, jamais été signalés dans le quartz. Ce sont donc des formes nouvelles.

» Le remarquable cristal qui présente ces formes porte beaucoup de facettes appartenant à des formes rares, par exemple, les faces t, σ_1, σ_2, σ_3, τ_5, τ_6 (Des Cloizeaux). La face s y apparaît neuf fois, ce qui indique une compénétration intime de cristaux lévogyres et dextrogyres.

» Cet échantillon, qui appartient désormais au Musée de l'École des Mines, mérite de devenir classique, comme les quartz de Zöptau et de la Caroline du Nord, décrits par Vom Rath; ceux de Striegau, décrits par Websky; et ceux, si nombreux, qui ont fait l'objet du beau Mémoire de M. Des Cloizeaux. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Des effets des révolutions tropiques du Soleil et de la Lune sur la pression barométrique.* Note de M. **P. Garrigou-Lagrange**, présentée par M. Mascart.

« J'ai montré, dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 11 février 1895), que l'effet propre de la révolution tropique de la Lune sur la masse atmosphérique se manifeste par des oscillations périodiques dans la pression et les gradients entre l'équateur et le pôle, et que l'amplitude de ces oscillations croît avec la latitude. Comme suite de ces recherches, j'ai poursuivi dans ses détails l'étude des variations du gradient 30°-70° soit sur l'hémisphère entier, en 1882-1883, soit sur le secteur 30°E-90°W, dans les quinze années 1876-1890. J'ai également étudié ces variations séparément sur les divers méridiens, notamment sur le méridien de Paris.

» Voici, pour la saison d'hiver, quelques-uns des résultats obtenus qui mettent le phénomène hors de doute :

Variations du gradient 30°-70°.

	Lune.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.
		mm	mm	mm	mm
Sur l'hémisphère entier 1882-1883.	boréale	2,1	4,8	5,7	— 2,4
	australe	9,3	7,6	3,6	3,2
Sur le secteur 30°E-90°W. 1876-1890.	boréale	7,2	7,1	7,8	5,0
	australe	8,3	9,7	7,0	4,2
Sur le méridien de Paris 1882-1883.	boréale	1,1	5,0	9,4	— 2,6
	australe	14,2	15,6	17,2	10,1
Sur le méridien de Paris 1876-1890.	boréale	9,5	5,5	7,5	5,0
	australe	10,0	10,0	8,0	7,0

» L'oscillation, très nette sur l'hémisphère entier dans une année isolée, ou sur le secteur de 120° dans les moyennes de quinze années, présente surtout et dans tous les cas une régularité parfaite et une grande amplitude sur le méridien de Paris.

» *Action combinée du Soleil et de la Lune.* — Entre le solstice d'hiver et l'équinoxe du printemps, le gradient 30°-70° éprouve une première suite de variations, dues évidemment à l'action solaire. D'une façon générale, ce gradient s'abaisse sur tout l'hémisphère, le Soleil montant vers la ligne équinoxiale. L'abaissement commence, dès le solstice, sur les méridiens qui coupent le Pacifique ; il ne se manifeste que plus tard sur la face oppo-

sée. Cela tient à ce que les maxima continentaux de la saison froide ont tendance à se rejoindre vers le 70° parallèle, et que cette jonction s'opère d'abord et dès le commencement de l'hiver par le nord du Pacifique.

» Cette marche générale et progressive du gradient est modifiée à chaque révolution tropique de la Lune dans le sens que j'ai déjà dit, à savoir par un relèvement de la pente en Lune boréale et un abaissement en Lune australe. Les interférences d'ondes, d'origines diverses, qui se produisent dès lors, ont besoin d'être soigneusement étudiées dans chaque année prise à part, l'action du Soleil ne demeurant pas identique à elle-même d'un hiver à l'autre, par suite des changements de sa surface ou à cause de la distribution différente des diverses révolutions de la Lune dans le cours de l'année.

» Quelques relations très générales permettent d'ailleurs de préciser le sens des transformations. Ainsi, en faisant le compte des variations, positives ou négatives, du gradient, de Lune boréale à Lune australe, on trouve qu'en janvier, par exemple, sur seize révolutions tropiques étudiées, treize fois le gradient a été plus faible en Lune boréale qu'en Lune australe, ce qui donne une probabilité de 81,3 pour 100.

» *Hiver de* 1894-1895. — Ces relations jettent un grand jour sur certaines situations exceptionnelles qui paraissent, au premier abord, échapper à l'analyse, et il est intéressant de montrer qu'elles ne s'appliquent pas seulement dans les moyennes d'une longue série d'années ou dans un hiver qui, comme celui de 1882-1883, n'a rien présenté d'extraordinaire, mais encore dans une année où l'ordre et la marche des phénomènes ont paru complètement bouleversés. Ainsi l'hiver 1894-1895, dont on n'a pas oublié le caractère anormal, fournit les résultats suivants :

Variations du gradient 30°-70° *en* 1894-1895.

	Lune.	Décembre.	Janvier.	Février.
		mm	mm	mm
Sur le secteur 30° E-90° W.	boréale.....	5,3	—0,6	—11,0
	australe....	7,4	2,7	— 3,9
	Moyenne...	6,35	1,05	— 7,45
Sur le méridien de Paris.	boréale.....	7,10	—6,5	—19,0
	australe....	17,0	6,5	— 1,5
	Moyenne....	12,00	0,00	—10,25

» Nous retrouvons ici les oscillations dues à la révolution tropique de la Lune; l'action propre de cette révolution, partageant l'hiver en périodes nettement tranchées, s'est exercée avec une régularité parfaite et avec une amplitude très grande, qui résulte de l'amplitude même du mouvement de l'astre en déclinaison.

» L'allure générale du gradient, entre le solstice et l'équinoxe, présente au contraire un caractère très anormal pour le secteur considéré. Le gradient s'y affaisse en effet dès le solstice d'une façon extraordinaire et c'est à cet affaissement continu et progressif que l'hiver doit sa physionomie exceptionnelle. Il est naturel de rattacher cette marche du gradient à l'action solaire, dont l'effet est d'abaisser, année moyenne, le gradient sur tout l'hémisphère, en commençant dès le solstice par le Pacifique, et qui a dû, en 1894-1895, se manifester d'abord sur l'Atlantique, par suite peut-être des fortes déclinaisons des lunistices.

» Le même phénomène s'est produit, bien qu'avec une intensité moindre, en 1881, en 1886 et en 1888, et il est digne de remarque que, dans ces quatre années qui ont présenté la même anomalie, l'amplitude de l'onde, due à la révolution tropique de la Lune, a été précisément proportionnelle à l'amplitude du mouvement de l'astre en déclinaison :

Années.	Déclinaison maxima de la Lune.	En Lune boréale.	En Lune australe.	Différence.
	°	mm	mm	mm
1886......	18	6,2	3,6	— 2,6
1888......	30	5,4	4,4	— 1,0
1881......	23	3,2	2,9	— 0,3
1895......	29	— 2,1	2,1	4,2

» *Conclusions*. — 1° L'atmosphère éprouve, entre le solstice d'hiver et l'équinoxe du printemps, sur l'hémisphère nord, des mouvements d'oscillation correspondant aux révolutions tropiques du Soleil et de la Lune. Ces oscillations se manifestent par des mouvements barométriques, dont le sens et l'intensité sont surtout caractérisés par les variations de la pente atmosphérique entre le 30e et le 70e parallèle.

» 2° L'action de la révolution tropique du Soleil se manifeste sur l'ensemble de l'hémisphère par un abaissement continu et progressif du gradient à partir du solstice d'hiver. Cet abaissement est dû à la jonction des maxima continentaux, qui s'opère d'abord, année moyenne, par le nord du Pacifique, pour se manifester ensuite sur le nord de l'Atlantique.

» 3° Les mouvements dus à la révolution tropique de la Lune se superposent à ceux qui proviennent de l'action solaire. D'une façon générale, cette révolution diminue la pente en Lune boréale et l'augmente en Lune australe.

» 4° La comparaison des années qui présentent le même caractère montre que l'intensité de l'action lunaire y est proportionnelle à l'amplitude du mouvement de l'astre en déclinaison.

» 5° L'oscillation, qui accompagne la révolution tropique de la Lune, présente, en hiver au moins, un maximum d'intensité sur le méridien de Paris.

» 6° Les hivers qui, par leur caractère exceptionnel, semblent le moins se prêter à l'analyse, tel que l'hiver de 1894-1895, rentrent pourtant, à la suite d'un examen attentif, dans la règle générale. »

M. E. Maumené adresse une Note portant pour titre : « Étude minéralogique ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 novembre 1895.

Leçons cliniques sur les maladies des voies urinaires, professées à l'hôpital Necker. Séméiologie. Diagnostic. Pathologie et Thérapeutique générales, par M. J.-C.-Félix Guyon, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Institut. Tome deuxième. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. F. Guyon.)

Flore de l'île de la Réunion (Phanérogames, Cryptogames vasculaires, Muscinées), par M. E.-Jacob de Cordemoy, Docteur en Médecine de la Faculté de Paris. Paris, P. Klincklieck, 1895; 1 vol.gr. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

La Physique de l'Électricité, par M. L.-M. Le Dantec, professeur de Sciences. Paris, J. Michelet, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Note sur la structure de la région de la Castellane, par M. P. Zurcher, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. (Extrait du *Bulletin des Services de la Carte géologique de la France et des topographies souterraines.*) Paris, Baudry et Cie; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Novembre 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Ministère des Travaux publics. Album de Statistique graphique de 1894. Paris, Imprimerie nationale, 1895; in-4°.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Août-septembre-octobre 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Société d'Histoire naturelle d'Autun. Septième Bulletin. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Archives de Biologie, sous la direction de M. A. Mosso, professeur à l'Université de Turin. Tome XXIV. Fasc. II. Turin, H. Loescher, 1895; 1 vol. in-8°.

Herpétologie d'Angola et du Congo, par M. J.-V. Barboza du Bocage, professeur de Zoologie à l'École Polytechnique, etc. Lisbonne, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

ERRATA.

(Séance du 4 novembre 1895.)

Envoi d'autographes de Condorcet, par M. *de Laigue.*

Page 628, ligne 5, *au lieu de* Ces pièces seront déposées dans les Archives de l'Académie, *lisez* Ces pièces seront transmises, conformément au désir de M. de Laigue et en son nom, au Musée Carnavalet.

(Séance du 25 novembre 1895.)

Note de M. *Magnier de la Source,* Sur quelques réactions de l'acide tartrique et des tartrates alcalins :

Page 776, ligne 9, *au lieu de* combiné, *lisez* calciné.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 DÉCEMBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président **Marey** rend compte à l'Académie de sa visite à la Société Royale de Londres.

« Je dois rendre compte à l'Académie. dit M. Marey, des résultats d'une mission que je viens de remplir en Angleterre. La Société Royale de Londres m'avait invité, à titre de Président en exercice de votre Compagnie, à assister aux fêtes anniversaires de sa fondation.

» C'est donc à notre Académie que s'adressait l'accueil si honorable qui m'a été fait à Londres. J'y ai entendu le Président sortant, Lord Kelvin, et le nouveau Président, Sir J. Lister, exprimer les liens d'estime, de reconnaissance et d'amitié qui les attachent aux savants français. Dans presque tous les discours qui ont été prononcés, des paroles émues témoignaient de l'admiration que nos voisins professent pour notre regretté Pasteur.

» Je crois avoir été le fidèle interprète des sentiments qui nous animent tous en assurant les membres de la Société Royale de notre estime et de

notre sympathie et en rappelant combien nous avons été touchés de l'empressement avec lequel nos Confrères et nos Correspondants anglais sont venus célébrer les fêtes du Centenaire de l'Institut de France.

» Un autre motif encore m'avait valu l'honneur d'être invité par la Société Royale. Cette savante Compagnie entreprend un travail d'une haute importance pour la Science; il s'agit de la création d'un grand Catalogue international, rassemblant tous les travaux publiés chaque année dans le monde entier sur toutes les branches de la Science.

» La plupart de nos Confrères connaissent déjà le magnifique Ouvrage dans lequel la Société Royale a rassemblé, sous le nom de chaque auteur, les titres des travaux publiés en tous pays depuis l'année 1800 jusqu'à nos jours. Chacun peut trouver, dans ce Recueil, la série de ses propres publications : Livres, Mémoires et jusqu'aux moindres Notes y sont classés par ordre chronologique, avec indication précise du titre et de la date de leur impression. Mais un tel Recueil, excellent lorsqu'il s'agit de retrouver les travaux successifs d'un auteur, se prête mal aux recherches bibliographiques sur un sujet donné. C'est pour combler cette lacune que la Société Royale veut entreprendre l'œuvre colossale dont je viens de parler.

» Déjà beaucoup d'entre nous ont été pressentis relativement à l'opportunité d'un tel travail, et c'est sur l'avis favorable de notre Compagnie que la Société Royale a résolu de faire adresser diplomatiquement à tous les Gouvernements la demande de désigner des délégués pour une Conférence internationale, destinée à rechercher les meilleurs moyens de réaliser cette publication. Jusqu'ici, les réunions du Comité du Catalogue de la Société Royale n'ont été que préparatoires; il semble toutefois que, sur certains points, l'accord doive être unanime. Il faut, par exemple, que le titre de chaque travail en indique aussi explicitement que possible la nature et les conclusions; il faut que les titres de certaines Notes se répètent en différents points du répertoire, lorsqu'elles se rattachent naturellement à plusieurs sections du Catalogue. Sur tous ces points, et sur bien d'autres encore, la Commission internationale devra statuer.

» L'importance de l'entreprise ne paraît pas discutable, le nombre toujours croissant des publications scientifiques rend aujourd'hui presque impossible la connaissance des travaux effectués sur un sujet donné; les revendications de priorité occupent, dans les Ouvrages scientifiques, une place excessive, et beaucoup de savants dépensent en pure perte des mois et des années pour avoir ignoré des travaux antérieurs sur l'objet de leurs études.

» La question est du reste à l'ordre du jour; plusieurs Sociétés savantes

ont déjà des Catalogues très complets, d'autres sont moins bien partagées, mais peuvent déjà fournir de précieux éléments pour le travail d'ensemble. L'Amérique, la Belgique, la France et plusieurs autres nations ont dernièrement réalisé de grands progrès dans la manière de cataloguer les publications scientifiques. On peut donc espérer que, si l'action diplomatique est assez prompte, les délégués des différentes nations pourront se mettre à l'œuvre dès l'année prochaine et feront concentrer pour un travail commun toutes les forces éparses aujourd'hui.

» Dans l'esprit de la Société Royale, les dernières années de ce siècle seraient consacrées à introduire, dans le classement des documents scientifiques, tous les perfectionnements que l'expérience montrera nécessaires, afin que, dès l'an 1901, l'œuvre puisse se poursuivre régulièrement dans sa forme définitive.

» Tels sont les points qui ont été discutés dans la séance du Comité à laquelle j'ai eu l'honneur d'assister et que je me suis chargé de vous transmettre officieusement, en attendant que notre Compagnie en soit saisie d'une manière officielle. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Analyse de l'aluminium et de ses alliages.* Note de M. Henri Moissan.

« Les impuretés que nous rencontrons dans l'aluminium industriel modifiant profondément ses propriétés, il est important d'en faire l'analyse d'une façon aussi exacte que possible. Les procédés employés jusqu'ici dans l'industrie laissent, le plus souvent, beaucoup à désirer, soit que l'on regarde comme du silicium le résidu ferrugineux que l'aluminium abandonne par son attaque à l'acide chlorhydrique, soit que l'on dose l'aluminium par différence.

» *Essais préliminaires.* — On doit tout d'abord rechercher si l'aluminium contient du cuivre. On fait dissoudre une petite quantité d'aluminium, environ 2^{gr}, dans l'acide chlorhydrique étendu d'eau, et cette solution est traitée par un courant d'hydrogène sulfuré. Dans le cas où la teneur en cuivre est très faible, il est utile de chauffer légèrement la solution et de la maintenir tiède pendant quelques heures, après le passage de l'hydrogène sulfuré. On filtre et le cuivre est recherché qualitativement dans le résidu.

» L'analyse qualitative est conduite ensuite de façon à constater la pré-

sence du silicium, du fer, du carbone, de l'azote, du titane et du soufre (¹).

» 1° *Aluminium sans cuivre. Dosage du silicium.* — On pèse 3^{gr} environ de métal qui sont attaqués par l'acide chlorhydrique pur étendu au $\frac{1}{10}$. Quand il existe un résidu de couleur grise (contenant du silicium, du fer, de l'aluminium et du charbon), on sépare cette poudre et on l'attaque, par une petite quantité de carbonate de soude en fusion, dans un creuset de platine. Le contenu du creuset est repris par de l'acide chlorhydrique étendu, et cette solution est réunie à la première. Le liquide est placé dans une capsule de porcelaine et maintenu au bain-marie jusqu'à dessiccation. La capsule est ensuite portée dans une étuve à air chaud dont la température est de 125°. Le résidu doit être alors absolument blanc, pulvérulent, et ne doit plus s'attacher à l'agitateur. Pour obtenir ce résultat, il est bon de gratter les parois de la capsule avec une spatule de platine, et d'écraser les grumeaux qui se sont produits avec un pilon en agate. On retire la capsule après douze heures de séjour à l'étuve à air chaud, lorsque l'on a constaté qu'un agitateur mouillé d'ammoniaque, placé au-dessus du résidu, ne donne plus de fumées blanches, ce qui indique que tout dégagement d'acide chlorhydrique a cessé.

» La dessiccation étant terminée, on reprend par de l'eau distillée tiède dans laquelle on ajoute le moins possible d'acide chlorhydrique. On porte le liquide à l'ébullition pendant quelques minutes, la silice reste insoluble, puis on jette le résidu sur un filtre. Après lavage et dessiccation, on calcine et l'on pèse (²).

» *Dosage de l'aluminium et du fer.* — La solution primitive de l'aluminium dans l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$, après séparation de la silice, a été étendue d'eau de façon à former un volume de 500^{cc}. On prend 25^{cc} de cette solution correspondant à 0,150 d'aluminium, on neutralise à froid par l'ammoniaque et l'on précipite les deux oxydes par du sulfure d'ammonium récemment préparé. On laisse le mélange en digestion pendant une heure. Le précipité est ensuite jeté sur un filtre, lavé, séché, calciné et pesé.

» Nous n'avons pas employé l'ammoniaque pour cette précipitation,

---

(¹) Nous avons indiqué dans une Note précédente comment on pouvait reconnaître la présence de l'azote dans l'aluminium [*Impuretés de l'aluminium industriel* (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 12)].

(²) Pour s'assurer que cette silice ne renferme pas d'alumine ou d'oxyde de fer, on verse de l'acide fluorhydrique pur dans le creuset de platine qui a servi à la dernière calcination. Après évaporation à sec au bain de-sable, il ne doit rester aucun résidu.

car, pour qu'elle soit complète, la solution ne doit pas être trop étendue, doit renfermer une assez grande quantité de sels ammoniacaux et très peu d'ammoniaque libre. On peut, il est vrai, se débarrasser de l'excès d'ammoniaque par l'ébullition; mais, dans ce cas, on doit s'arrêter dès que la liqueur n'est plus que légèrement alcaline; si l'on dépasse ce point, l'alumine réagit lentement sur le sel ammoniacal et le liquide prend une réaction acide. A cause de ces petites difficultés, nous avons préféré la précipitation par le sulfure d'ammonium.

» L'alumine précipitée est, comme on le sait, très difficile à laver. Il est indispensable que le lavage se fasse par décantation dans un verre de Bohême, de forme cylindrique, et avec de l'eau bouillante. Le lavage est terminé lorsque l'eau surnageante ne contient plus de chlorure. Le précipité est jeté sur un filtre, séché, calciné et pesé. On obtient ainsi le poids d'alumine et de sesquioxyde de fer contenu dans l'aluminium. Le fer, d'abord précipité à l'état de sulfure hydraté, s'oxyde rapidement par le lavage et la calcination.

» Il est très important aussi de dessécher avec soin cette alumine avant de la porter au rouge. De plus, la calcination doit être opérée avec lenteur, parce que l'alumine desséchée décrépite parfois quand on la chauffe fortement. Enfin la calcination doit être poussée assez loin, car l'alumine ne perd complètement l'eau qu'elle renferme que sous l'action d'une température assez élevée.

» *Dosage du fer.* — Pour doser le fer, on prend 250^{cc} de la liqueur primitive après séparation de la silice. Cette solution est réduite par l'évaporation à un volume d'environ 100^{cc}. On ajoute de la potasse caustique bien exempte de silice [1] qui précipite d'abord le fer et l'alumine et, lorsque cette potasse est en excès, l'alumine disparaît.

» On maintient le mélange pendant dix minutes à une température voisine de l'ébullition. Le précipité est lavé cinq ou six fois à l'eau bouillante, par décantation, puis jeté sur un filtre. On reprend ce précipité par l'acide chlorhydrique étendu, et l'on recommence une nouvelle précipitation par un excès de potasse. Après lavage et filtration, on reprend encore par l'acide chlorhydrique et, cette fois, on précipite le fer par l'ammoniaque.

» Le précipité est jeté sur un filtre, lavé, calciné et pesé. On obtient ainsi le poids du sesquioxyde de fer. Proportionnellement, on retranche du poids des deux oxydes obtenus dans les opérations précédentes le poids

---

[1] Il est important de s'assurer que la potasse ne renferme pas de silice.

du sesquioxyde ferrique et la différence fournit le poids de l'alumine.

» *Dosage du sodium.* — Cette méthode de dosage est basée sur ce que l'azotate d'aluminium se détruit par la chaleur en fournissant de l'alumine à une température inférieure à celle de la décomposition de l'azotate de sodium.

» On prend 5^{gr} d'aluminium (renfermant ou non du cuivre) en limaille ou en lames; on les attaque, dans un vase conique, par l'acide azotique ([1]), étendu de son volume d'eau et à une douce température. L'attaque ne se fait pas à froid, mais il faut élever la température avec précaution, car la chaleur dégagée par la réaction peut être assez grande pour occasionner un dégagement gazeux très violent.

» La solution est concentrée dans une capsule de platine, au bain-marie, puis évaporée à sec au bain de sable ou à feu nu. Le résidu est amené à l'état pulvérulent au moyen d'un pilon d'agate.

» On chauffe ensuite à une température qui est inférieure au point de fusion de l'azotate de sodium, et jusqu'à ce que tout dégagement de vapeurs nitreuses ait cessé. On reprend ensuite par l'eau bouillante, on décante le liquide et l'on recommence trois à quatre fois le lavage de l'alumine ([2]).

» On lave en même temps le pilon et la capsule, et toutes les eaux de lavage, additionnées de quelques gouttes d'acide azotique, sont évaporées à sec. On reprend trois fois par l'eau bouillante, de façon à éliminer chaque fois une nouvelle quantité d'alumine qui se trouvait mélangée à l'azotate alcalin. Finalement on traite par l'eau bouillante, on évapore dans une capsule de porcelaine, on filtre, on additionne le liquide d'un léger excès d'acide chlorhydrique pur, et on l'évapore à siccité. On ajoute une nouvelle quantité d'acide chlorhydrique et, après évaporation, on chauffe à 300° pour chasser tout excès d'acide. Le chlorure de sodium restant est dosé sous forme de chlorure d'argent. De la pesée de ce dernier on déduit la quantité de chlore et l'on prend le poids de sodium qui lui correspond ([3]).

([1]) Dans cette attaque, il est bon de placer un petit entonnoir sur l'ouverture du vase conique, de façon à retenir le liquide pulvérisé entraîné par le dégagement de gaz et de vapeurs.

([2]) La première solution filtrée abandonne souvent, après refroidissement, une quantité variable d'alumine qui se prend en gelée.

([3]) Il est indispensable, pendant tout le dosage, de se mettre à l'abri des poussières de verre qui se rencontrent en abondance dans l'atmosphère des laboratoires.

» *Dosage du carbone.* — On prend deux grammes du métal sous forme de copeaux ou de limaille, et on les triture au mortier avec 10^{gr} à 15^{gr} de bichlorure de mercure en poudre additionné d'une petite quantité d'eau. Le mélange est évaporé au bain-marie dans une capsule, puis placé dans une nacelle de porcelaine qui sera ensuite chauffée dans un courant d'hydrogène pur. Cette nacelle est placée dans un tube de verre de Bohême, traversé par un courant d'oxygène bien exempt d'acide carbonique et chauffé au rouge. Le courant gazeux traverse un tube de Liebig contenant une solution de potasse et deux petits tubes en U remplis de fragments de potasse fondue. L'augmentation de poids de ces différents tubes donne, en acide carbonique, la quantité de carbone contenu dans l'aluminium.

» 2° *Analyse des alliages de cuivre et d'aluminium.* — *Dosage du cuivre.* — Lorsque l'alliage renferme jusqu'à 6 pour 100 de cuivre, on dissout $0^{gr},500$ de métal par l'acide nitrique bien exempt de chlore, on étend cette solution de façon à occuper un volume de 50^{cc} et le dosage se fait par la méthode électrolytique due à M. Lecoq de Boisbaudran, en prenant le dispositif de M. Riche. L'intensité du courant employé est de 0,1 ampère; l'opération dure six heures si elle est faite à 60°, vingt-quatre heures si elle est faite à froid. Lorsque l'électrolyse est terminée, le cuivre, après avoir été lavé et séché, est pesé à l'état métallique.

» *Dosage du silicium, de l'aluminium et du fer.* — Le cuivre étant éliminé à l'état de sulfure par l'hydrogène sulfuré, on dose l'alumine, le fer et le silicium ainsi qu'il a été indiqué précédemment.

» *Conclusions.* — Nous donnerons comme exemple l'analyse d'un échantillon d'aluminium provenant de Pittsburg :

Aluminium	98,82
Fer	0,27
Silicium	0,15
Cuivre	0,35
Sodium	0,10
Carbone	0,41
Azote	traces
Titane	traces
Soufre	néant
	100,10

» L'industrie de l'aluminium a fait dans ces dernières années de grands progrès au point de vue de la pureté du métal. L'analyse précédente en est

un très bon exemple, puisqu'elle ne nous fournit que 0,27 de fer et 0,15 de silicium. Il y a deux ans un bidon fabriqué à Karlsruhe, avec un aluminium de Neuhausen nous avait donné, en effet, les chiffres suivants :

Aluminium	96,12
Fer	1,08
Silicium	1,94
Carbone	0,30
	99,44

» La comparaison de ces deux analyses établit qu'actuellement l'industrie peut fournir un métal beaucoup plus pur. Si l'aluminium, obtenu par électrolyse, pouvait ne plus contenir de sodium et renfermer une quantité moindre de carbone, nous estimons que sa conservation serait beaucoup plus facile.

» Nous devons faire remarquer, en terminant cette Note, que les données fournies par l'analyse sont insuffisantes pour établir seules la valeur du métal ; il est de toute utilité d'y joindre les propriétés mécaniques : allongement, limite d'élasticité et charge de rupture. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Étude morphologique des capillaires lymphatiques des Mammifères;* par M. L. **Ranvier**.

« Tous les anatomistes savent que les lymphatiques de la peau présentent des culs-de-sac latéraux et terminaux. La question est de savoir si ces culs-de-sac sont la véritable origine des lymphatiques, ou s'il faut la chercher dans des canaux plus petits qui viendraient s'y ouvrir. Je ne veux pas exposer à nouveau l'historique de cette question. On le trouvera dans mon *Traité technique d'Histologie* et dans les autres Ouvrages similaires.

» J'ai fait connaître, dans une Communication antérieure, les lymphatiques de la peau de la grenouille et en même temps établi la distinction qu'il y a lieu de faire entre les capillaires lymphatiques et les troncs lymphatiques, quelle que soit leur grosseur.

» J'ai montré également que les lymphatiques sont toujours situés dans un plan plus profond que les vaisseaux sanguins qui leur correspondent. C'est une loi dont on comprend la signification physiologique, puisque les lymphatiques sont destinés à recueillir des matériaux que les capillaires sanguins n'ont pas voulu ou n'ont pas pu prendre.

» Je rappellerai maintenant les caractères des capillaires lymphatiques. Ils n'ont pas de valvules et leur paroi est formée uniquement de cellules endothéliales denticulées. De l'absence de valvules dans ces vaisseaux, il résulte qu'un liquide pénétrant, introduit dans leur intérieur, se répandra régulièrement dans tout le réseau capillaire sans rencontrer d'obstacle. Si donc ce liquide ne trouvait une issue si facile dans les troncs lymphatiques, une seule piqûre devrait suffire à injecter le réseau capillaire dans une grande étendue, voire même sur toute la surface du corps.

» On conçoit que l'injection se fera d'autant mieux que les capillaires lymphatiques seront plus larges et qu'elle sera d'autant plus complète que l'on empêchera davantage la pénétration du liquide injecté dans les troncs lymphatiques.

» Ces deux conditions peuvent être réalisées dans un organe qui constitue un excellent objet d'étude. Je suis convaincu que tous ceux qui voudront répéter mon expérience abandonneront sans peine les doctrines courantes et adopteront la manière de voir que j'ai déjà exprimée dans ma Note sur les lymphatiques de la peau de la grenouille. Cet objet d'étude est le pavillon de l'oreille du rat albinos. Les capillaires lymphatiques y étant très volumineux s'y injectent par une simple piqûre avec la plus grande facilité, et l'on peut en même temps empêcher le liquide injecté de se perdre dans les troncs lymphatiques en comprimant au moyen d'une pince à pression le pavillon auriculaire au niveau de sa base.

» J'emploie, comme liquide d'injection, le bleu de Prusse soluble en solution saturée dans l'eau distillée. Ce liquide très pénétrant, facile à fixer, fournit des préparations très démonstratives. Je me sers, comme instrument de propulsion, d'une seringue en cristal, décrite dans mon Traité technique, munie d'une canule en platine iridiée, que j'ai fait construire par M. Aubry il y a plus de vingt ans, et que connaissent bien tous ceux qui ont travaillé dans mon laboratoire. Cette canule, tout en étant capillaire, a un diamètre relativement grand et sa pointe est aiguisée en biseau court. Elle convient pour cette opération, parce qu'il faut que le liquide pénètre largement dans les capillaires lymphatiques et que ce résultat s'obtient avec d'autant plus de facilité que a canule est plus grosse. La pointe de cette canule ne s'introduit pas du tout dans un lymphatique, comme on serait tenté de le croire. Elle s'arrête dans les mailles du tissu conjonctif, et toujours il se produit autour d'elle une diffusion plus ou moins étendue ; mais, comme il arrive souvent qu'un ou plusieurs capillaires lymphatiques ont été déchirés par le passage de l'instrument ou le

simple écartement des faisceaux conjonctifs, ces capillaires se laissent pénétrer à leur tour.

» La pièce injectée est détachée, fixée par les réactifs appropriés, déshydratée par l'alcool, éclaircie par le girofle et montée dans le dammar. La préparation que l'on obtient ainsi est très démonstrative. Au voisinage du bord libre du pavillon de l'oreille, les capillaires lymphatiques forment des culs-de-sac simples ou composés, dont l'ensemble est fort élégant. Ils n'atteignent pas l'épiderme; ils en sont distants de $\frac{1}{10}$ de millimètre. Leur diamètre est relativement considérable. Il a en moyenne $\frac{4}{100}$ de millimètre; il peut atteindre $\frac{5}{100}$ de millimètre. Ce sont là de grandes dimensions pour des canaux capillaires et qui dépassent de beaucoup celles des capillaires sanguins. Jamais, à moins qu'il ne se soit produit de diffusion par excès de pression, on ne voit le liquide injecté se répandre au delà de la limite des culs-de-sac terminaux. On ne voit jamais rien des prétendus canaux plasmatiques, canaux du suc ou canalicules qui, d'après certaines conceptions purement théoriques, serviraient d'origine au système lymphatique. Je ne crois même plus à la manière de voir que j'avais adoptée jadis, à savoir qu'à l'état normal les mailles du tissu conjonctif communiquent avec les lymphatiques. En Anatomie, rien ne peut prévaloir contre l'observation directe des faits et, lorsque l'on s'en écarte, quelles que soient les autorités sur lesquelles on s'appuie, on a bien des chances de tomber dans l'erreur. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Appréciation de la valeur boulangère des farines; dosage des débris d'enveloppe et de germe susceptibles de diminuer la qualité du pain;* par M. **Aimé Girard.**

« Les procédés classiques à l'aide desquels on apprécie habituellement la valeur boulangère des farines, c'est-à-dire leur aptitude à fournir du pain de bonne qualité, sont aujourd'hui devenus insuffisants.

» Depuis une vingtaine d'années, en effet, les exigences de la consommation ont grandi; avec juste raison, celle-ci a délaissé les pains colorés, mous et compacts d'autrefois; c'est un pain blanc, poreux et léger qu'elle demande à la boulangerie. A la vérité, on a vu récemment la population, par une fantaisie bizarre, accueillir avec faveur une tentative de retour aux anciens errements; mais cette fantaisie aura été heureusement passagère, et chaque jour augmente le nombre de ceux qui, séduits tout d'abord,

ont bientôt reconnu dans cette tentative un leurre absolument contraire aux données de la Science et de la pratique.

» Pour fabriquer les belles farines qu'exige la production de ce pain blanc, poreux et léger qui, aujourd'hui, est le pain de tout le monde, la meunerie a dû, à grands frais, transformer son outillage et perfectionner ses procédés.

» Elle a pu, dans ces conditions, éliminer de ses produits la plus grande partie des débris de l'enveloppe du grain et du germe, dont le mélange à l'amidon et au gluten a pour effet d'abaisser, au cours de la fermentation et de la cuisson, la qualité du pain.

» Cette élimination, cependant, ne saurait jamais être complète; intentionnellement, d'ailleurs, et quitte à abaisser le degré de pureté de la farine, le meunier peut être tenté de la restreindre; aussi pour apprécier la valeur boulangère d'une farine, ne suffit-il plus, aujourd'hui, d'estimer sa richesse en gluten élastique, d'en évaluer la teneur en acides, en matières grasses, en matières minérales, et convient-il, en outre, de faire entrer en ligne de compte la proportion des débris de l'enveloppe et du germe que la mouture y a laissée.

» Ces débris, les praticiens habiles savent, dans une certaine mesure et à la simple vue, en reconnaître la présence; un ingénieur autrichien, M. Peckar, a même donné à cette appréciation par la vue une certaine précision; mais, en présence des progrès accomplis par la meunerie et la boulangerie modernes, ce devient chose nécessaire que de rendre cette précision absolue.

» Dans mes *Recherches sur la composition du grain de froment* (¹), j'ai démontré, en effet, que l'enveloppe de ce grain et, par suite, les débris qu'elle fournit lors de son passage entre les cylindres ou sous les meules, ne sont pas digestibles par l'homme; Mège-Mouriès, avant moi, avait démontré (et j'ai, par des expériences nouvelles, confirmé cette démonstration) qu'à la présence de ces débris doit être attribuée la production des pains mal développés, à mie courte et grasse, à coloration grise ou même brune, à acidification rapide, dont le pain bis est le type; de telle sorte qu'ils doivent être repoussés non seulement parce qu'ils sont inutiles à l'alimentation, mais encore parce qu'ils sont nuisibles à la qualité du pain.

» Ces considérations m'ont amené à rechercher un procédé précis et

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. III; 1884.

scientifique qui permît d'en évaluer, même dans les farines supérieures, la proportion exacte.

» Pour faire cette évaluation, il faut tout d'abord séparer la totalité de ces débris du gluten et de l'amidon dans la masse desquels ils sont noyés; les procédés de l'analyse ordinaire y suffisent.

» L'opération est conduite de la manière suivante : 10^{gr} de farine sont pesés, mis en pâton à l'aide de l'eau tiède; le pâton abandonné une demi-heure au repos et enfin malaxé sous un filet d'eau, de la façon dont on opère, d'habitude, quand on veut extraire le gluten d'une farine.

» Tous les débris, dans ces conditions, sont entraînés avec l'amidon et détachés du gluten; tous, d'ailleurs, ont des dimensions de beaucoup supérieures aux dimensions des grains d'amidon, de telle sorte que, pour les séparer du dépôt amylacé, il suffit de passer celui-ci sur un tamis de soie très fin, du n° 220 par exemple; sur cette soie, tous les débris se trouvent rassemblés.

» Rien ne semble plus simple, ce résultat obtenu, que de les jeter sur un filtre, de les sécher et d'en déterminer le poids; ce serait là, cependant, un mode d'appréciation injuste.

» Tous, en effet, ne sont pas nuisibles à la qualité du pain; beaucoup, au cours de la fermentation et de la cuisson, restent inactifs; tels sont les débris du péricarpe, ceux du testa et les barbes qui hérissent le sommet du grain; ceux-là seulement ont une action fâcheuse, qui renferment d'un côté la céréaline qui fait le pain bis, gras et lourd; d'un autre, l'huile dont le rancissement rapide donne à la farine une saveur savonneuse. Parmi ceux-ci, il ne faut compter que les sons entiers, les débris de la membrane interne du tégument séminal et, enfin, les fragments du germe.

» Séparer ceux-ci de ceux-là est chose impossible et, pour les distinguer les uns des autres, il n'est qu'un procédé pratique, c'est le dénombrement; c'est à ce procédé que je me suis arrêté, et c'est au microscope naturellement que j'en ai fait l'application.

» M. Nachet a bien voulu, à ma demande, construire des cellules à fond quadrillé, analogues à celles que, déjà, il avait construites, en collaboration avec M. le Dr Hayem pour l'hématimétrie.

» Ces cellules mesurent $\frac{1}{10}$ de millimètre de profondeur; le fond en est divisé en carrés de 1^{mm} de côté, de telle sorte que, la cellule étant couverte d'un verre mince, chaque carré représente la projection horizontale de $\frac{1}{10}$ de millimètre cube.

» D'autre part, j'ai composé, par parties égales, un mélange de glycérine et de sirop cristal (glucose et dextrine) dont la densité et la viscosité sont telles que les débris y restent indéfiniment suspendus.

» Séparés du gluten et de l'amidon, comme je l'ai tout à l'heure indiqué, ces débris sont recueillis sur un petit filtre en soie du n° 220; le filtre soigneusement essoré entre des feuilles de buvard et les débris enfin logés dans un petit verre gradué où on les recouvre, suivant leur abondance, d'un ou plusieurs centimètres cubes du liquide visqueux ci-dessus indiqué. A l'aide d'une baguette de verre, on opère doucement le mélange des débris avec le liquide; puis, lorsque la répartition de ceux-ci est parfaite, une goutte de magma est déposée sur le fond quadrillé de la cellule, étalée doucement à l'aide du couvre-objet et le tout enfin porté au microscope pour y être examiné sous un grossissement de 60 à 80 diamètres.

» Portant d'abord son attention sur un premier carré, l'observateur appelle successivement les divers débris qu'il y rencontre en qualifiant individuellement chacun d'eux, tandis qu'un aide les inscrit avec exactitude; à ce premier carré, il en fait succéder un second, et ainsi de suite jusqu'à ce que dix observations aient été recueillies. La somme des débris de chaque sorte ainsi reconnus représente le nombre qu'en contient 1^{mmc} du mélange et, par suite, 1^{mgr} de farine.

» L'exactitude de ce procédé est remarquable; c'est chose rare que, d'un carré à l'autre, la différence dans le nombre des débris, dépasse quelques unités.

» C'est, d'ailleurs, chose inattendue, que l'importance du chiffre auquel ce nombre s'élève, même dans les plus belles farines; dans les farines inférieures, il devient absolument surprenant.

» Pour donner une idée de cette importance je citerai, comme exemple, quelques résultats pris parmi ceux que m'a fourni, en grand nombre, l'examen de farines à des taux d'extraction très différents. Ces résultats, divisés en deux séries, se rapportent les uns à des farines étudiées à l'époque déjà éloignée (1885), où j'ai imaginé le procédé que je viens de décrire, les autres à des farines étudiées ces jours derniers.

» Dans les tableaux qui expriment ces résultats, les chiffres inscrits indiquent séparément et totalisent ensuite le nombre des débris inactifs, et le nombre de ceux qui, actifs, exercent une action fâcheuse sur la qualité du pain.

QUALIFICATION ET DÉNOMBREMENT DES DÉBRIS CONTENUS DANS 1gr DE FARINE.

Observations en 1885.

	Blé tendre.					Blé dur.
Taux d'extraction....	40 %.	60 %.	70 %.	75 % (1).	80 % (2).	88 % (2).
Débris inactifs.						
Péricarpes	3000	3700	4700	4900	3900	8400
Testa...........	1000	2700	2700	3200	600	5600
Barbes..........	400	400	1000	1800	3600	»
Total.........	4400	6800	8400	9900	8100	14000
Débris actifs.						
Sons entiers......	néant	1800	1400	1300	6000	12800
Membranes......	1400	2600	3100	3800	8100	22400
Germes.........	1100	1700	3300	4600	6900	12400
Total.........	2500	6100	7800	9700	21000	47600
Total général dans 1gr de farine......	6900	12900	16200	19600	29000	61600

Observations en 1895 (Blé tendre).

	Mouture aux cylindres.				Mouture par meules.	
Taux d'extraction.	45 %.	60 %.	70 %.	80 %.	65 à 70 %.	65 à 70 %.
Farines.	(Fleur supérieure.)	(Farine première.)	(Farine seconde.)	(Farine troisième.)	Ardèche.	Nièvre.
Débris inactifs.						
Péricarpes......	1800	3700	6900	10000	4900	4700
Testa...........	300	1700	2400	3500	900	1400
Barbes..........	400	900	4500	5600	4400	6600
Total..........	2500	6300	13800	19100	10200	12700
Débris actifs.						
Sons entiers.....	néant	néant	6100	6500	700	2600
Membranes......	700	3600	8200	10900	4900	4600
Germes.........	200	800	4200	7600	2900	2400
Total..........	900	4400	18500	25000	8500	9600
Total général dans 1gr de farine......	3400	10700	32300	44100	18700	22300

(1) Farine des hospices de Paris, en 1885.

(2) Farine de la manutention militaire du quai de Billy, à Paris, en 1885.

» Les exemples qui précèdent suffisent à montrer combien est importante l'évaluation des débris d'enveloppe et de germes contenus même dans les farines de qualité supérieure.

» Le procédé que je viens d'exposer permet de faire cette évaluation avec une grande précision; sans doute il est délicat, et l'on ne saurait espérer de le voir entrer dans la pratique courante des opérations commerciales; mais il est des circonstances où, en présence de litiges par exemple, il est appelé à rendre de grands services. Les meuniers instruits, et le nombre en est grand aujourd'hui, l'emploieront également avec fruit quand ils voudront suivre les phases successives de leurs moutures et reconnaître la qualité des produits que délivrent les différents appareils de broyage et de convertissage, dont l'ensemble forme l'outillage perfectionné de la Meunerie moderne. »

PHYSIQUE. — *Sur les variations du rapport des chaleurs spécifiques des fluides. Acide carbonique.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

« Nos connaissances sur ce sujet sont extrêmement bornées, les valeurs du rapport $\frac{C}{c}$ (que je désignerai par γ) n'ont été déterminées pour un certain nombre de gaz et quelques vapeurs que sous la pression normale, et les quelques déterminations faites à des températures supérieures à la température ambiante ont conduit à des résultats contradictoires, ce qui s'explique facilement, du reste, par les difficultés que comportent ces expériences; ces difficultés sont telles que, vraisemblablement, la méthode qui conduirait aux meilleurs résultats consisterait à partir de la valeur de l'une des deux chaleurs spécifiques et à en déduire l'autre au moyen de la formule bien connue qui exige seulement la connaissance des deux coefficients $\frac{dv}{dt}$ et $\frac{dp}{dt}$.

» Jusqu'à ces derniers temps la Science ne possédait que des valeurs de chaleurs spécifiques sous pression constante, et dans des limites de pression insuffisantes pour en suivre les variations. Récemment, M. Joly, de Dublin, a déterminé, par une méthode ingénieuse, les chaleurs spécifiques sous volume constant de l'air, l'hydrogène et l'acide carbonique entre zéro et 100° et dans des limites de pression relativement étendues, près de 100 atmosphères pour l'acide carbonique; d'autre part, toutes les données nécessaires relatives aux valeurs de $\frac{dp}{dt}$ et $\frac{dv}{dt}$ se trouvent dans

mon dernier Mémoire; j'ai donc pu calculer les valeurs de C, et de γ, figurant aux Tableaux que je donne ici, au moyen de la relation bien connue

$$C - c = AT\frac{dp}{dt} \times \frac{dv}{dt}, \qquad \text{soit} \qquad \frac{C}{c} = \frac{c + AT\frac{dp}{dt} \times \frac{dv}{dt}}{c}.$$

Les valeurs de c ont été calculées au moyen des formules empiriques données par M. Joly; celles qui sont contenues dans le premier Tableau répondent à une densité différant légèrement de la valeur qui correspond à la formule empirique, ce qui ne saurait conduire à une erreur notable dans les résultats.

Sous volume constant pour une densité égale à 0,124.

T.	P.	$\frac{dp}{dt}$.	$\frac{dv}{dt}$.	$AT\frac{dp}{dt}\frac{dv}{dt}$.	c.	C.	$\frac{C}{c}=\gamma$.
20°.....	45,1 atm	0,324	0,0001820	0,2094	0,2144	0,4238	1,930
30.....	48,3	0,318	0,0001697	0,1988	0,2076	0,4064	1,939
40.....	51,4	0,310	0,0001517	0,1790	0,2018	0,3802	1,884
50.....	54,5	0,307	0,0001248	0,1504	0,1971	0,3475	1,763
60.....	57,6	0,303	0,0001145	0,1404	0,1936	0,3340	1,725
70.....	60,6	0,300	0,0001056	0,1321	0,1911	0,3232	1,691
80.....	63,5	0,297	0,0000961	0,1224	0,1897	0,3121	1,645
90.....	66,5	0,295	0,0000902	0,1153	0,1894	0,3047	1,609
100.....	69,5	0,292	0,0000840	0,1126	0,1902	0,3028	1,592

A la température moyenne de 50°.

50°.....	50 atm	0,265	0,0001300	0,1353	0,1918	0,3271	1,705
50.....	60	0,370	0,0001250	0,1815	0,2010	0,3825	1,903
50....	70	0,505	0,0001428	0,2831	0,2132	004963	2,327
50.....	80	0,689	0,0001687	0,4563	0,2303	0,6866	2,981
50.....	00	0,960	0,0002133	0,8040	0,2585	0,9550	3,308
50.....	100	1,460	0,0002020	1,1105	0,3056	1,4161	4,633

» On voit par le premier Tableau que, pour une densité constante et égale à 0,124, tandis que c entre 20° et 100° décroît depuis 0,2144 jusqu'à 0,1902, C décroît aussi, mais plus rapidement (de 0,4238 à 0,3028) de telle sorte que le rapport γ décroît de 1,930 à 1,592.

» Toutes ces valeurs sont de beaucoup supérieures à celles relatives à la pression normale qui sont voisines de 0,3 (0,298 d'après le récent travail de M. Maneuvrier); on voit donc que dans ces limites γ croît avec la

pression d'une façon notable, quoique les variations soient infiniment moindres que celles présentées par le second Tableau entre 50^{atm} et 100^{atm}; on voit, en effet, que dans ces limites de pression et à la température moyenne de 50°, c croissant de 0,1918 à 0,3056, C croît aussi, mais bien plus rapidement, de telle sorte que γ croît de 1,705 à 4,633.

» Enfin, il résulte de suite de la comparaison des deux Tableaux, qu'à sous-pression constante, γ décroît assez rapidement avec la température.

» Il est, du reste, facile de prévoir ce qui arriverait à la température de 50° sous des pressions notablement plus fortes : il suffit pour cela de considérer la suite des valeurs de $AT\frac{dp}{dt}\frac{dv}{dt}$ à cette même température, et dont voici le Tableau :

Valeurs de $AT\frac{dp}{dt}\frac{dv}{dt}$ *à* 50°.

P.		P.		P.		P.	
atm		atm		atm		atm	
50....	0,1353	90....	0,6965	200....	0,3452	600....	0,1907
60....	0,1815	100....	1,1105	300....	0,2515	700....	0,1819
70....	0,2331	125....	0,7934	400....	0,2222	800....	0,1749
80....	0,4563	150....	0,4780	500....	0,2040	900....	0,1714

» On voit que ces valeurs, après avoir passé, par un maximum très prononcé, au voisinage de 100^{atm}, diminuent ensuite de plus en plus lentement; il résulte de là qu'à moins de changements brusques dans la valeur de c, qu'on n'a aucune raison de supposer, γ doit aussi passer par un maximum peu éloigné des limites du Tableau, pour décroître ensuite régulièrement. Il suffit, pour se rendre compte de ces variations rapides, d'examiner sur mon réseau la forme de l'isotherme dans la région correspondante; on verra que c'est entre 100^{atm} et 125^{atm} que cette courbe change subitement d'allure avant de couper le lieu des ordonnées minima. A une température plus rapprochée de la température critique, ces variations seraient encore plus prononcées; les données expérimentales, pour pousser l'examen jusqu'au point critique, font défaut.

» Au contraire, à des températures de plus en plus élevées, ces variations s'affaiblissent graduellement et le maximum par lequel passent les valeurs de γ finirait par disparaître; ici encore les données font défaut, mais on peut y suppléer par l'examen de gaz se rapprochant de l'état parfait, ainsi que je le ferai dans une prochaine Note.

» On sait que les valeurs de γ, sous la pression normale, sont très voisines de 1,4 pour les gaz se rapprochant le plus de l'état parfait, tandis

qu'elle est notablement inférieure pour les autres; il ne faudrait pas croire, comme on l'a fait quelquefois à cause de cela, que, dans ces derniers, γ irait en croissant si on les rapprochait de l'état de perfection dont ils sont susceptibles, par exemple, en les chauffant ; c'est le contraire qui a lieu.

» Les gaz pour lesquels, sous la pression normale, γ diffère peu de 1,4 appartiennent au groupe de ceux dont on considère la molécule comme formée de deux atomes (hydrogène, oxygène, azote, air, oxyde de carbone, acide chlorhydrique, etc.); les autres gaz dont la molécule est plus compliquée et la valeur de γ notablement inférieure, pourraient probablement être rangés, d'après leur constitution moléculaire, par groupes pour les différents corps de chacun desquels les valeurs de γ s'écarteraient peu d'une valeur moyenne, caractéristique du groupe; on s'éloignerait ainsi graduellement, par groupes successifs, de la valeur théorique maxima que réaliserait la vapeur mercurielle, d'après les expériences de MM. Kundt et Warburg. Les différences dues à l'état d'imperfection doivent être *pour de faibles pressions*, par exemple sous la pression normale, notablement moindres que celles qui dépendent de la complication moléculaire.

» En tout cas, pour l'acide carbonique, sous la pression normale, on sait que C croît avec la température ; comme, du reste, le produit $\frac{dp}{dt}\frac{dv}{dt}$, qu'on ne peut calculer qu'approximativement, tend plutôt à diminuer, il en résulte que γ ne peut que décroître quand on élève la température ; le sens de cette variation est donc le même sous toutes les pressions.

» Je ferai remarquer enfin que les variations que je viens d'étudier dépendent surtout de celles de $AT\frac{dp}{dt}\frac{dv}{dt}$, et que, par suite, les lois de ces variations (de γ) resteraient encore les mêmes s'il existait des erreurs systématiques, même considérables, dans la détermination de c; par exemple, en supposant ce coefficient constant, on retrouverait encore les mêmes lois; il faudrait pour les modifier admettre des erreurs qui paraissent inadmissibles, même en tenant compte des difficultés que présentent des recherches aussi délicates. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De l'analyse du sol par les plantes.* Note de M. **G. Lechartier.**

« Les plantes élaborent et emmagasinent des principes minéraux en proportions variables, dépendant de leur nature et de la composition du

sol. Chaque espèce a besoin, pour sa vie régulière et normale, d'assimiler une somme déterminée de matières minérales, qui peut, dans un sol très riche, dépasser les proportions moyennes correspondant à un bon état de santé, mais qui ne saurait descendre au-dessous d'un certain taux sans qu'il en résultât un dépérissement de la plante et sa disparition partielle de la surface du champ.

» Dans une étude sur les Topinambours, nous avons montré qu'en comparant la composition des feuilles prématurément altérées à celle des feuilles vertes et saines, on pouvait reconnaître quels principes minéraux font particulièrement défaut à une terre cultivée. Ces faits peuvent recevoir leur application dans beaucoup de cas, attendu que l'analyse chimique d'un sol ne renseigne pas toujours d'une manière suffisante sur la nature des engrais spéciaux qu'il convient d'employer pour la compléter.

» L'étude comparative de la Luzerne et des particularités de sa culture dans les champs de l'École pratique d'Agriculture de Rennes nous a fourni des résultats de même nature.

» La culture de la Luzerne est peu répandue en Bretagne; cependant, elle se développe normalement et donne de bonnes récoltes dans les terres profondes et perméables, améliorées par des amendements calcaires.

» Des essais effectués dans le champ d'expériences de la station, de 1889 à 1892, avaient montré que l'emploi des engrais phosphatés et des engrais potassiques permettait d'obtenir, en trois coupes, de 40000^{kg} à 48000^{kg} de fourrage vert. M. Hérissant, directeur de l'École d'Agriculture, qui n'hésite jamais à expérimenter des cultures capables de servir à l'instruction des élèves, ne craignit pas d'ensemencer en Luzerne un vaste champ de la ferme, désigné sous le nom de *Champ des Roches*. Ce champ fut chaulé en 1890, à raison de 60^{hl} de chaux à l'hectare; après une culture de pommes de terre en 1891, le semis de la Luzerne fut effectué l'année suivante, moitié dans de l'orge, moitié dans du blé. Le champ reçut un supplément d'engrais de 200^{kg} de sulfate de potasse à l'hectare; une bande de terre, que nous désignerons par A, ne reçut pas d'engrais potassique. Pendant les années 1893 et 1894, les rendements dépassèrent 45000^{kg} de fourrage vert à l'hectare et cette luzernière rendit de grands services pendant l'année sèche de 1893.

» Pendant l'hiver 1894-1895, la Légumineuse paraissant s'éclaircir et les Graminées adventices s'emparant partiellement du terrain, on répandit sur la majeure partie du champ un mélange de 400^{kg} de kaïnite et de 1000^{kg} de scories. Nous désignerons cette portion du champ par B. Une certaine

surface, que nous appellerons C, primitivement améliorée par le sulfate de potasse, ne reçut pas le nouveau mélange.

» En 1895, lors de la première coupe, la Luzerne avait acquis son développement normal dans toute la portion B; mais elle était mélangée d'une forte proportion de Graminées.

» Lors de la seconde coupe, en juillet, les engrais répandus pendant l'hiver avaient eu le temps de produire leur effet; la luzernière avait repris un aspect florissant; les herbes étrangères n'étaient plus apparentes; les tiges de luzerne avaient une hauteur de 70^{cm} à 75^{cm}. Les feuilles possédaient une coloration uniforme d'un vert foncé, indiquant une plante en bonne santé.

» Lors de la première coupe et de la seconde coupe, en A et en C, la plante clairsemée se présentait en touffes isolées, composées d'un petit nombre de tiges grêles, atteignant une hauteur de 45^{cm} à 48^{cm} sur la première partie et de 50^{cm} à 55^{cm} en C. Les feuilles de petites dimensions étaient jaunâtres et en partie décolorées.

» En juin et en juillet, nous avons prélevé des échantillons de Luzerne, dont l'étude comparative nous a fourni les renseignements suivants pour 100 parties en poids :

Luzerne à l'état sec.

	A.	B.	A.	C.	B.	B.
	Juin 1895.	Juin 1895.	Juill. 1895.	Juillet.	Juillet.	Juillet.
Matières protéiques	17,31	17,31	20,24	18,62	17,18	28,75
Matières grasses	3,26	3,36	2,64	2,82	2,64	3,31
Ligneux	24,70	26,61	27,06	29,36	31,50	28,35
Cendres	8,54	9,41	9,24	9,52	8,83	9,33
Extractifs non azotés	49,19	43,31	40,82	39,68	39,85	40,26
Matières saccharifiables	11,36	12,47	16,53	19,46	17,01	16,89
Silice	0,319	0,160	0,128	0,056	0,130	0,060
Chlore	0,446	»	0,332	0,280	»	0,585
Acide sulfurique	0,509	0,571	0,749	0,637	0,501	0,640
Acide phosphorique	0,731	0,670	0,804	0,702	0,656	0,655
Chaux	3,102	3,049	3,521	3,708	2,950	3,310
Magnésie	0,580	0,494	0,708	0,737	0,453	0,479
Potasse	0,738	1,567	0,582	0,742	1,355	1,196
Soude	0,378	0,386	0,374	0,486	0,211	0,269

Luzerne à l'état naturel.

Matières sèches	32,94	24,86	23,35	23,55	21,30	22,70
Matières protéiques	5,68	4,31	4,72	4,37	3,62	4,25

	A. Juin 1895.	B. Juin 1895.	A. Juill. 1895.	C. Juillet.	B. Juillet.	B. Juillet.
Matières grasses	1,07	0,83	0,61	0,68	0,56	0,75
Ligneux	8,14	6,61	6,31	6,90	6,70	6,43
Cendres	2,84	2,33	2,15	2,24	1,88	2,11
Extractifs non azotés	15,21	10,78	9,56	9,38	8,54	9,16
Matières saccharifiables	3,74	3,10	3,86	4,48	3,62	3,38
Silice	0,079	0,053	0,030	0,013	0,028	0,014
Chlore	0,111	»	0,077	0,066	»	0,191
Acide sulfurique	0,126	0,183	0,175	0,150	0,107	0,145
Acide phosphorique	0,182	0,221	0,187	0,165	0,140	0,149
Chaux	0,771	1,004	0,836	0,873	0,628	0,751
Magnésie	0,144	0,163	0,165	0,173	0,096	0,109
Potasse	0,183	0,516	0,136	0,179	0,289	0,271
Soude	0,094	0,127	0,087	0,114	0,045	0,061

» L'inspection du précédent Tableau prouve qu'à l'état sec il n'existe pas de différences sensibles, au point de vue des matières organiques, entre les échantillons recueillis en juin, de même qu'entre les échantillons récoltés en juillet. A l'état naturel, les différences sont dues principalement aux proportions plus ou moins fortes d'eau existant dans le végétal. On voit ainsi que la plante en partie malade, qui a subi un arrêt de développement, n'est pas plus pauvre en principes nutritifs que la plante saine et vigoureuse.

» Au point de vue des matières minérales, la composition que nous avons trouvée pour la plante arrivée à son développement normal rentre dans les limites déjà connues pour la Luzerne récoltée en vert. Les éléments dominants sont, en première ligne, la chaux ; en seconde et en troisième ligne, la potasse et l'acide phosphorique. Entre les échantillons récoltés sur la partie B du champ, il n'existe pas de différences sensibles. Les poids d'acide phosphorique trouvés sont respectivement 0,670, 0,656, 0,655. Au point de vue de la potasse et de tous les autres principes, les variations observées sont minimes. On se trouve en présence d'une constance très nette de composition.

» Les plantes altérées présentent entre elles une constance de composition de même ordre. Si l'on compare la plante vigoureuse au végétal qui a subi un arrêt de développement, on n'observe pour l'acide phosphorique, la chaux, la magnésie et l'acide sulfurique, que des différences de l'ordre de celles qui se produisent normalement entre des plantes de taille plus ou moins grande; mais, au point de vue de la potasse, les proportions trouvées varient du simple au double, soit que l'on compare les échantil-

lons récoltés en juin, soit que l'on considère ceux qui ont été prélevés en juillet.

» La diminution de la teneur en potasse, depuis 1,567 jusqu'à 0,742 pour 100 du poids de la plante à l'état sec, coïncide avec son dépérissement, malgré la présence de quantités normales des autres principes minéraux, et l'on peut dire que cette proportion 0,742 pour 100 est une proportion minima, à partir de laquelle il y a altération dans la végétation de la Luzerne. Cet appauvrissement de la plante correspond à une insuffisance de potasse assimilable dans le sol, et il résulte de ces faits qu'en comparant avec la composition normale de la Luzerne celle de la plante atrophiée et ayant subi un arrêt de développement, on peut se renseigner sûrement sur la nature du principe que le sol ne saurait lui fournir en quantité suffisante ».

M. **P. Demontzey** fait hommage à l'Académie de deux Volumes (texte et planches) intitulés : « L'extinction des torrents en France par le reboisement. »

Cet envoi est accompagné de la Note suivante, qui est transmise à l'Académie par M. Dehérain :

« *L'Extinction des torrents en France par le reboisement* est le complément nécessaire de l'*Étude sur les travaux de reboisement et de gazonnement*, présentée à l'Académie, en mai 1879, par le regretté Hervé Mangon.

» Dans ce nouvel Ouvrage, je me suis proposé de faire connaître ce qui a été fait et ce qu'il reste encore à faire pour terminer victorieusement la lutte entamée contre le déboisement des montagnes.

» Après avoir exposé l'œuvre d'utilité publique dont l'État poursuit la réalisation, et pour laquelle l'Académie a maintes fois montré sa haute sollicitude, j'expose et je résume les données générales de la question aux divers points de vue : historique, législatif, descriptif, statistique, expérimental, technique et économique.

» Je démontre que l'extinction des torrents implique le reboisement intégral des montagnes qu'ils dévastent, les autres travaux n'étant, en général, que des moyens provisoires d'une durée plus ou moins longue. Je mets en évidence, par une série d'observations et de faits, la sûreté, l'économie et la célérité des méthodes adoptées à la suite des premières études faites et des expériences tentées par les forestiers. Je cite, à l'appui de mes assertions, de nombreuses monographies de torrents éteints, corrigés ou

en voie de correction, dans les hautes montagnes des Alpes françaises et des Pyrénées, et j'y joins une série de planches donnant le détail de tous les genres de travaux.

» Enfin, j'étudie le programme et la dépense des travaux restant à faire pour l'achèvement de l'œuvre, et je montre que, si depuis l'origine de l'entreprise (1863) jusqu'à la fin de 1892, soit en trente années, on a réalisé à peine le quart des travaux, on peut les terminer dans un délai de quarante ans au maximum, car, les méthodes étant définitivement consacrées par l'expérience, ce n'est plus qu'une question d'argent.

» Quant aux travaux exécutés par les communes et les particuliers, leur importance dépasse à peine le septième de l'étendue qui devrait être normalement reboisée. Bien que les circonstances économiques actuelles soient une des causes de ce retard, j'espère que, grâce à de plus larges subventions et à une propagande de plus en plus active, les travaux reprendront rapidement un développement en rapport avec l'importance des inondations qui désolent périodiquement une bonne partie du territoire de la France.

» Un Appendice fournit des extraits des publications faites par de nombreux forestiers et ingénieurs étrangers qui, après avoir hautement apprécié les travaux de nos forestiers, n'hésitent pas à déclarer que cette entreprise est essentiellement française. Il renferme, en outre, des Notes intéressantes sur l'observatoire météorologique de l'Aigoual, sur les travaux de la combe de Péguère (Cauterets), sur les avalanches, etc.

» Un second Volume contient 126 vues photographiques, toutes prises par des forestiers, phototypiées par M. Kuss, inspecteur des Forêts; chaque vue est accompagnée d'une description détaillée. On pourra facilement se rendre compte de la situation des grands torrents, en se reportant aux monographies et aux planches du premier Volume. »

M. **H. Poincaré** fait hommage à l'Académie de ses « Leçons sur le Calcul des probabilités », professées à la Sorbonne pendant le deuxième semestre 1893-1894, rédigées par M. *A. Quiquet*.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. W. Rutgers adresse de la Haye (Hollande) un travail intitulé : « Nouvelle méthode d'élimination ».

(Commissaires : MM. H. Poincaré, E. Picard, Appell.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule de M. *Stoletow*, imprimé en langue russe, et intitulé « Helmholtz et la Physique contemporaine ». (Présenté par M. Lippmann).

M. Venukoff présente à l'Académie deux blocs de sel gemme, contenant des bulles d'eau mobiles.

« Ces deux blocs proviennent des mines de Stoupki, gouvernement d'Ekathérinoslavl, en Russie. Mme Majny, propriétaire des mines, m'avait déjà procuré, au mois de mai de cette année, un troisième bloc qui se trouve actuellement au Musée de l'École des Mines; j'offre l'un des échantillons actuels au Muséum d'Histoire naturelle et l'autre à la Sorbonne. Le dépôt de sel d'où ils proviennent forme une masse, longue de 3^{km}, large seulement de 60^{m}, et profonde de 200^{m} et plus. Une crevasse s'était évidemment formée dans les couches permiennes, pour laisser le sel qu'elles contiennent se dissoudre dans l'eau pluviale, se déposer dans un ravin et y sécher probablement à une époque moderne, par exemple tertiaire. »

MÉCANIQUE. — *Résistance des poutres droites à travées solidaires sur appuis élastiques*. Note de M. Paul Toulon, présentée par M. Poincaré.

« Les calculs de résistance pour les poutres droites à travées solidaires sont faits, en général, dans l'hypothèse que les points d'appui sont rigoureusement invariables. L'étude que nous présentons, a pour objet d'étendre

les théories connues au cas où les points d'appui sont élastiques et compressibles.

» Pour établir des formules très générales, nous admettrons que les points d'appui s'abaissent proportionnellement à la charge qu'ils supportent, et qu'en outre ils exercent sur la poutre une réaction dont le moment est proportionnel à l'angle dont s'incline la fibre moyenne.

» Soient :

$A_0, A_1, A_2, A_3, \ldots, A_n$ les points d'appui également espacés et distants entre eux de la longueur l;

X_p le moment de la résultante des forces agissant sur la poutre dans une section faite immédiatement à droite du point d'appui A_p;

Y_p le moment de la résultante des forces immédiatement à gauche du point d'appui A_p;

θ_p l'angle de la fibre moyenne avec l'horizontale sur le point d'appui A_p.

» Les ordonnées y sont comptées positivement de haut en bas.

» Les moments sont supposés positifs, quand ils tendent à faire tourner la section de l'axe des x vers l'axe des y; y_p est l'abaissement de l'appui A_p.

» On obtient aisément une équation résultante qui ne contient plus de Y, et s'écrit ainsi :

$$(1)\qquad \Delta^4 X_p - 2\beta X_{p+1} + \alpha[\Delta^2 X_{p+1} + (6+\beta) X_{p+2}] = \Phi,$$

α et β sont deux constantes. Le second membre Φ de cette équation est une fonction des charges supportées par les travées $p+1$, $p+2$, $p+3$ et $p+4$.

» On trouverait une équation de forme analogue entre les Y.

» Les inclinaisons θ de la poutre sur les points d'appui et les abaissements y des supports sont des fonctions linéaires des X et des Y, et suivent une loi semblable. On a, ψ et χ étant des fonctions des charges sur les travées considérées :

$$(2)\qquad \Delta^4 \theta_p - 2\beta\Delta^2 \theta_{p+1} + \alpha[\Delta^2 \theta_{p+1} + (6+\beta)\theta_{p+2}] = \psi,$$

$$(3)\qquad \Delta^4 y_p - 2\beta\Delta^2 y_{p+1} + \alpha[\Delta^2 y_{p+1} + (6+\beta) y_{p+2}] = \chi.$$

» Lorsque $\beta = 0$, $X_p = Y_p$, et il reste

$$(4)\qquad \Delta^4 X_p + \alpha[\Delta^2 X_{p+1} + 6 X_{p+2}] = G.$$

» Lorsque les points d'appui sont supposés invariables, le coefficient α

devient infini; l'équation (4) prend la forme connue

$$(5)\qquad \Delta^2 X_{p+1} + 6 X_{p+2} = H.$$

» C'est l'équation qui exprime le théorème des trois moments.

» Par analogie, l'équation (1), sous sa forme générale, peut être appelée l'expression du *théorème des cinq moments;* le théorème des trois moments est le cas particulier où $\beta = 0$ et $\alpha = \infty$.

» Il peut arriver que $\alpha = \infty$ et que β ne soit pas nul. Dans ce cas, l'équation devient

$$(6)\qquad \Delta^2 X_{p+1} + (6 + \beta) X_{p+2} = F:$$

c'est un théorème des trois moments généralisé.

» Enfin, dans le cas où les supports sont infiniment rapprochés, c'est-à-dire, lorsque la poutre repose sur un appui continu, mais compressible et opposant une résistance élastique à la déformation, l'équation générale des moments entre deux charges consécutives devient, en appelant β' et α' de nouvelles constantes proportionnelles à β et α,

$$(7)\qquad \frac{d^4 X}{dx^4} - 2\beta' \frac{d^2 X}{dx^2} + 6\alpha' X = 0.$$

» L'équation générale de la fibre moyenne est

$$(8)\qquad \frac{d^4 y}{dx^4} - 2\beta' \frac{d^2 y}{dx^2} + 6\alpha' y = 0.$$

» L'application des formules que nous venons d'établir ne présente pas de difficulté théorique.

» Pour déterminer, par exemple, les moments produits aux différents points de la poutre par une charge isolée située sur une travée quelconque, il faudra calculer les moments sur les points d'appui à l'aide d'une série récurrente symétrique de la forme

$$(9)\qquad \left\{ \begin{array}{l} X_k - (4 - \alpha + 2\beta) X_{k+1} \\ \quad + (6 + 4\alpha + 4\beta + \alpha\beta) X_{k+2} - (4 - \alpha + 2\beta) X_{k+3} + X_{k+4} = 0. \end{array} \right.$$

» L'expression du terme général X de cette série contient quatre constantes arbitraires; ces constantes seront déterminées par les quatre équations dans lesquelles le second membre n'est pas nul, parce que la charge considérée se trouve sur l'une des quatre travées $p+1$, $p+2$, $p+3$ ou $p+4$. Les valeurs de Y seront déterminées d'une manière analogue. Les

moments produits sur une travée $p+1$ seront les ordonnées d'une droite joignant X_p à Y_{p+1}; sur la travée qui contient la charge, les moments seront les ordonnées de deux droites se coupant au point d'application de cette force.

» Les lignes d'influence d'une charge par rapport à une section déterminée sont, en général, des courbes du troisième degré, et présentent une discontinuité complète sur les points d'appui, si β est différent de o.

» Lorsque $\beta = 0$, les lignes d'influence de deux travées contiguës ont la même ordonnée au droit du point d'appui commun, mais elles ne se raccordent pas tangentiellement. L'angle que forment entre elles ces lignes sur le point d'appui commun, est une fonction de α qui s'annule lorsque $\alpha = \infty$. On sait que, pour des points d'appui invariables, les lignes d'influence par rapport à une section quelconque se raccordent entre elles tangentiellement au point de passage sur les appuis. Nous retrouvons ainsi, comme cas particulier, un résultat connu.

» Les calculs ci-dessus peuvent s'étendre au cas où les travées de rive présentent une ouverture différente des travées intermédiaires supposées toutes égales entre elles, comme on le fait dans la théorie des poutres à points d'appui invariables.

» En résumé, il suffit de substituer au théorème des trois moments le théorème des cinq moments qui vient d'être énoncé, pour tenir compte de l'élasticité des appuis dans la théorie des poutres droites à travées solidaires. Il semble que, dans de nombreuses applications, ce nouveau mode de calcul peut présenter de sérieux avantages. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Application des invariants intégraux à la réduction au type canonique d'un système quelconque d'équations différentielles.* Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. H. Poincaré.

« 1. Je me propose de faire connaître dans cette Note une relation intéressante entre le problème de la réduction au type canonique d'un système d'équations différentielles quelconque et les invariants intégraux, dont la notion a été introduite dans la Science par M. Poincaré, dans son Mémoire *Sur le problème des trois corps* et dans son Ouvrage sur les *Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*.

» Soit le système d'équations différentielles

$$(1) \qquad \frac{dx_i}{dt} = X_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

où les X sont des fonctions des x. Considérons de plus l'intégrale d'arc

$$(2) \qquad I = \int (\Xi_1\, dx_1 + \Xi_2\, dx_2 + \ldots + \Xi_n\, dx_n),$$

où les Ξ_i sont des fonctions des x. Si, dans cette intégrale, on remplace les x par les valeurs d'intégration, qui correspondent aux équations différentielles (1), l'intégrale I se présente comme une fonction de t. Il peut arriver que cette fonction se réduise à une pure constante; alors I est un *invariant intégral*.

» Tout système d'équations tel que (1) admet une infinité de pareils invariants intégraux.

» Il est du reste aisé de former la condition pour que I soit un invariant intégral. Désignons par Θ_d la forme linéaire $\sum_i \Xi_i\, dx_i$, et introduisant une seconde espèce de différentielles, δ, désignons par Θ_δ la forme $\sum_i \Xi_i\, \delta x_i$. Formons maintenant l'expression bilinéaire

$$(3) \qquad \Theta_{d,\delta} = d\Theta_\delta - \delta\Theta_d = \sum_i (d\Xi_i\, \delta x_i - dx_i\, \delta\Xi_i).$$

» Il est clair que la condition pour que I soit un invariant intégral se traduit par l'équation $d\Theta_\delta = 0$, où le symbole d s'applique aux variations obtenues en ne faisant varier que la variable t, en sorte que $dx_i = X_i\, dt$, $d\Xi_i = \mathcal{A}(\Xi_i)\, dt$, en posant, comme il est d'usage, $\mathcal{A}(\Xi_i) = \sum_k X_k \frac{\partial \Xi_i}{\partial x_k}$. Or, d'après l'identité (3), cette condition s'écrit encore

$$(4) \qquad \delta\Theta_d + \Theta_{d,\delta} = 0$$

ou, en remplaçant les dx_i, $d\Xi_i$ par leurs expressions,

$$(5) \qquad \delta\left(\sum_i X_i \Xi_i\right) + \sum_i [\mathcal{A}(\Xi_i)\, \delta x_i - X_i\, \delta\Xi_i] = 0.$$

» Cette équation doit avoir lieu quels que soient les δx_k. On en déduit sans peine que l'expression suivante est une intégrale du système (1)

$$(6) \qquad \Omega = \sum_i X_i \Xi_i.$$

» 2. Considérons actuellement la forme Θ_d. On sait que, depuis Pfaff, l'étude des formes linéaires de différentielles a été l'objet de nombreuses

recherches qui ont été reprises et précisées en 1882 par M. G. Darboux dans un Mémoire *Sur le problème de Pfaff*, inséré au *Bulletin des Sciences mathématiques*. On démontre que toute forme linéaire Θ_d est réductible à l'un ou à l'autre des deux types suivants :

$$\text{(A)} \qquad dy - z_1 dy_1 - z_2 dy_2 - \ldots - z_p dy_p;$$

$$\text{(B)} \qquad z_1 dy_1 + z_2 dy_2 + \ldots + z_p dy_p.$$

» Les variables qui figurent dans ces formes sont des fonctions *indépendantes entre elles* des variables primitives $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Il peut même arriver que ces variables soient moindres que n, en sorte que l'on ait, dans le cas (A), $n = 2p + 1 + q$, et dans le cas (B), $n = 2p + q$. Alors, en adjoignant aux variables qui figurent dans le type (A) ou le type (B) q nouvelles variables $u_1, u_2, \ldots, u_q$, nous formerons un nouveau système de n variables indépendantes que nous pourrons substituer aux variables anciennes $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

» Il était naturel de se demander ce que deviennent les équations différentielles (1) lorsque l'on introduit ces nouvelles variables. La réponse à cette question est digne d'intérêt. L'application de la formule (5) prouve, en effet, que, si la forme réduite de Θ_d est du type (A), les équations (1) se transforment dans les suivantes :

$$(7) \qquad \frac{dz_i}{dt} = \frac{\partial H}{dy_i}, \quad \frac{dy_i}{dt} = -\frac{\partial H}{dz_i} \qquad (i = 1, 2, \ldots, p),$$

$$(8) \qquad \frac{dy}{dt} = H - \sum_i z_i \frac{\partial H}{dz_i},$$

$$(9) \qquad \frac{du_i}{dt} = U_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, q).$$

» H est une fonction de $y_1, y_2, \ldots, y_p, z_1, z_2, \ldots, z_p$, mais ne dépend pas de y, et les U sont des fonctions quelconques de toutes les variables sauf t.

» On est donc ramené au système *canonique* (7), suivi de la *quadrature* (8) et enfin du système des $n - 2p - 1 = q$ équations complémentaires (9). L'intégrale Ω [formule (6)] devient l'intégrale H, en sorte que *le fait que Ω est une intégrale apparaît comme une sorte d'extension de l'intégrale des forces vives*.

» Si la forme réduite est du type (B), la variable y disparaît, ainsi que l'équation (8); le système (1) se transforme dans le système canonique (7),

accompagné du système complémentaire (9); seulement la fonction H doit vérifier l'équation

$$(10)\qquad H - \sum_i z_i \frac{\partial H}{\partial z_i} = 0,$$

en sorte qu'alors H est homogène du premier degré d'homogénéité par rapport aux variables z.

» Il convient d'ajouter que si l'on se place dans le cas le plus général, si l'on prend un invariant tel que I, *mais quelconque, non singulier, le nombre q est nul;* le système complémentaire (9) disparaît. On obtient donc, si n est impair, un système canonique (7), accompagné de l'équation (8), et, si n est pair, l'unique système (7), mais où H vérifie l'équation (10).

» Ainsi, la réduction aux types (A) ou (B) de l'élément différentiel d'un invariant intégral tel que I entraîne la réduction des équations (1) au type canonique (7) avec ou sans l'équation (8).

» On reconnaît par là que, chaque invariant intégral de (1) se trouve attaché à un problème de variations qui est résolu par les équations du système (1). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le nombre des classes de formes quadratiques de déterminant négatif;* par M. **Matyas Lerch**. (Extrait d'une Lettre à M. Hermite.)

« Permettez-moi de rappeler votre attention sur une classe de formules dont Kronecker a donné le premier des exemples. Dans le Mémoire tchèque que j'ai eu l'honneur de vous adresser l'été précédent (*Mémoires de l'Académie François-Joseph,* IVe année, n° 1), se trouve une formule généralisant l'équation fondamentale de Kronecker :

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} & e^{\tau^2(w_1+w_2)\pi i}\,\vartheta_1(\sigma+\tau w_1\,|\,w_1)\,\vartheta_1(\sigma-\tau w_2\,|\,w_2) \\ &\quad = \sqrt{e_0}\sum_{m,n}(-1)^{mn+m+n}e^{-\pi(a_0m^2+b_0mn+c_0n^2)+2\pi i(m\sigma+n\tau)} \\ &\qquad (m,n=0,\pm1,\pm2,\ldots), \end{aligned}\right.$$

où les éléments a_0, b_0, c_0 satisfont à la condition $4a_0c_0 - b_0^2 = 1$ et w_1, $-w_2$ sont les deux racines de l'équation du second degré $a_0 + c_0 w + c_0 w^2 = 0$. Ladite formule consiste à remplacer le premier membre par le produit de

deux fonctions thêta des caractéristiques fondamentales quelconques. Mais l'on peut aller un peu plus loin, en introduisant des caractéristiques fractionnaires et construire à l'aide de l'élément

$$(2)\qquad \Theta_{gh}(x, w) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} e^{(m+g)^2 w\pi i + 2(m+g)(x+h)\pi i},$$

la formule plus générale

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} & e^{\eta^2(w_1+w_2)\pi i + 2g'(h-h')\pi i}\,\Theta_{gh}(\xi + \eta w_1, w_2)\Theta_{g'h'}(\xi - \eta w_2, w_2) \\ & \quad = \sqrt{e_0}\sum_{\mu,\nu} e^{-\pi(a_0m^2+b_0mn+c_0n^2)+mn\pi i+2m(\xi+h)\pi i+2n(\eta-g')\pi i} \\ & \qquad \begin{pmatrix} m = \mu + g + g', n = \nu + h' - h, \\ \mu, \nu = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots \end{pmatrix}. \end{aligned}\right.$$

La démonstration est tout à fait semblable à celle que Kronecker a développée de sa formule dans les *Sitzungsberichte* de l'Académie des Sciences de Berlin, de 1883; je me borne donc à transcrire la formule, en employant l'identité

$$\Theta_{gh}(x, w) = e^{g\pi i(gw+2x+2h)}\,\mathfrak{I}_3(x + h + gw \mid w);$$

je pose $\xi + h = \sigma_1$, $\xi + h' = \sigma_2$, $\eta + g = \tau_1$, $-\eta + g' = \tau_2$ et j'aurai l'équation

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} & e^{\pi i[\tau_1^2 w_1 + \tau_2^2 w_2 + 2\sigma_1(\tau_1+\tau_2)]}\,\mathfrak{I}_3(\sigma_1 + \tau_1 w_1 \mid w_1)\,\mathfrak{I}_3(\sigma_2 + \tau_2 w_2 \mid w_2) \\ & \quad = \sqrt{c_0}\sum_{\mu,\nu} e^{-\pi(a_0m^2+b_0mn+c_0n^2)+mn\pi i+2\pi i(m\sigma_1-n\tau_2)} \\ & \qquad \begin{pmatrix} m = \mu + \tau_1 + \tau_2, \qquad n = \nu + \sigma_2 - \sigma_1, \\ \mu, \nu = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots \end{pmatrix}, \end{aligned}\right.$$

dont Kronecker semble avoir eu connaissance.

» J'aurais plusieurs choses analogues à vous présenter, auxquelles votre encouragement m'a donné l'occasion de parvenir, mais en me les réservant à un autre moment; c'est une application arithmétique que je viens soumettre à votre jugement. Je considère le système complet de représentants (a, b, c) des formes quadratiques $ax^2 + bxy + cy^2$ du même discriminant négatif $b^2 - 4ac = -\Delta$, que je suppose fondamental et congru à 5 suivant le module 8, de sorte que Δ a la forme $8\mu + 3$; sous cette hypothèse les a, b, c seront impairs et l'application de la formule classique de

Dirichlet

$$\sum_{m,n}{}' \mathfrak{F}(am^2+bmn+cn^2)=\sum_{h,k}\left(\frac{-\Delta}{h}\right)\mathfrak{F}(hk)$$

$$\left(\begin{matrix} m,\, n=0,\, \pm 1,\, \pm 2,\, \ldots,\ \text{sauf}\ m=n=0 \\ h,\, k=1,\, 2,\, 3,\, \ldots \end{matrix}\right),$$

qui consiste dans l'hypothèse $F(x)=(-1)^x e^{-\frac{x\pi}{\sqrt{\Delta}}}$, donne immédiatement

$$\sum_{(a,b,c)}\sum_{m,n}{}'(-1)^{mn+m+n} e^{-\frac{\pi}{\sqrt{\Delta}}(am^2+bmn+cn^2)}=\sum_{h,k}\left(\frac{-\Delta}{h}\right)(-1)^{hk} e^{-\frac{hk\pi}{\sqrt{\Delta}}}.$$

» Or, la formule (1), dans le cas de $\sigma=\tau=0$, fait voir que la somme $\sum(-1)^{mn+m+n} e^{-\pi(a_0 m^2+b_0 mn+c_0 n^2)}$ s'évanouit; en y mettant à part le terme $m=n=0$, qui est égal à un, vous voyez que le premier membre de notre dernière équation est autant de fois -1 qu'il y a de représentants (a, b, c). En convenant donc de représenter par $\mathrm{Cl}(\mathrm{D})$ le nombre des classes correspondant au discriminant D, j'aurai l'équation

$$(5)\quad \mathrm{Cl}(-\Delta)=-\sum_{h=1}^{\infty}\sum_{k=1}^{\infty}\left(\frac{-\Delta}{h}\right)(-1)^{hk} e^{-\frac{hk\pi}{\sqrt{\Delta}}}=\sum_{h=1}^{\infty}\left(\frac{h}{\Delta}\right)\frac{(-1)^{h-1} e^{-\frac{h\pi}{\sqrt{\Delta}}}}{1+(-1)^{h-1} e^{\frac{-h\pi}{\sqrt{\Delta}}}}.$$

» Il n'est point difficile d'exprimer le deuxième membre à l'aide des fonctions thêta, ce qui donne

$$(5)\qquad \sum_{\rho=1}^{\Delta-1}\left(\frac{\rho}{\Delta}\right)\frac{\vartheta_1'\left(\frac{\rho}{\Delta}\,\middle|\,\frac{-2}{\Delta+i\sqrt{\Delta}}\right)}{\vartheta_1\left(\frac{\rho}{\Delta}\,\middle|\,\frac{-2}{\Delta+i\sqrt{\Delta}}\right)}=\gamma.\mathrm{Cl}(-\Delta).(\Delta+i\sqrt{\Delta})\pi i,$$

$$\left(\begin{matrix}\gamma=\frac{5}{3}\ \text{pour}\ \Delta=3 \\ \gamma=1\ \text{pour}\ \Delta>3\end{matrix}\right).$$

» La même méthode permet d'évaluer cette somme pour les autres discriminants fondamentaux; mais les résultats sont moins simples. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les variétés unicursales à trois dimensions.* Note de M. **Autonne**, présentée par M. C. Jordan.

« Je me propose d'étendre au cas à trois variables les propositions contenues dans ma Note du 11 novembre 1895.

» Observons d'abord que, dans cette Note :

» I. Rien n'est à changer à la solution de la question 1°, lorsque les f_j ne sont plus des polynomes, mais des développements holomorphes, avec $f_j(0, 0) = 0$;

» II. La question 2° n'a plus de sens, mais les calculs restent possibles et définissent, non plus un abaissement de degré, mais le nombre des zéros communs, confondus en ω, aux deux expressions holomorphes

$$h(x, y), \qquad \text{avec} \quad h(0, 0) = 0, \qquad \text{et} \quad \sum_j c_j f_j(x, y),$$
$$c_j = \text{const, arbitr.};$$

» III. Les équations d'une courbe fondamentale étant

$$\rho \xi_j = \lambda_j(\tau),$$

les coefficients du polynome λ_j en τ sont des polynomes par rapport aux coefficients du tronçon; ces derniers à leur tour sont des fonctions algébriques des coefficients de f_j.

» Passons maintenant aux cas à trois variables et aux équations

$$\rho \xi_j = f_y(x, y, z),$$

ρ = facteur de proportionalité, f_j = polynome; $j = 0, 1, 2, \ldots, r$. Le point ξ, ayant les ξ_j pour coordonnées homogènes dans un espace E_r à r dimensions, $r \geqq 3$, est l'*image* du point ζ, ayant x, y, z pour coordonnées dans un espace E_3. Quand ζ parcourt E_3, ξ parcourt une *variété unicursale à trois dimensions* Ξ_3. Sur Ξ_3 on trouve des variétés à une ou deux dimensions Ξ_1 ou Ξ_2. Le degré d'une Ξ_2 algébrique est le nombre des points où elle est percée par l'hyperdroite

$$\sum_j a_j \xi_j = \sum_j b_j \xi_j = 0, \qquad a_j, b_j = \text{const. arbitr.}$$

» Quelle est l'image d'un ω, par exemple l'origine $x = y = z = 0$, où s'évanouissent les $r+1$ polynomes f_j?

» L'image de ω est constituée par un nombre fini de *surfaces* (variétés Ξ_2) » *fondamentales* $\mathfrak{G}_2$ et de *courbes* (variétés Ξ_1) *fondamentales* ». Lorsque ζ tend vers ω suivant un certain itinéraire $\mathfrak{W}$, ξ tend vers un certain point d'une certaine $\mathfrak{G}_2$ ou $\mathfrak{G}_1$.

» Je vais exposer une méthode qui permet de construire toutes les $\mathfrak{G}_2$ ou $\mathfrak{G}_1$ qui existent; le résultat final n'est plus susceptible d'un énoncé aussi simple que dans le cas à deux variables.

» Nommons Γ_c la *surface générale* du système

$$(0) \qquad \sum_i c_j f_j(x, y, z) = 0;$$

on peut admettre, en effectuant au besoin sur les ξ_j une substitution linéaire homogène à coefficients arbitraires, que chacune des $r+1$ surfaces $f_j = 0$ est aussi une surface générale du système (0) et assimilable à Γ_c. Appelons m le degré de multiplicité de ω sur Γ_c. Il viendra alors

$$\begin{aligned} f_j &= Q_m^{(j)}(x, y, z) + Q_{m+1}^{(j)}(x, y, z) + \ldots, \\ Q_m^{(j)} &\not\equiv 0 = P(x, y, z)\, p_j(x, y, z), \\ P &= [p(x, y, z)]^{\varpi}[p'(x, y, z)]^{\varpi'}\ldots, \end{aligned}$$

où les Q sont des formes ternaires de degré égal à l'indice inférieur; les P, p_j, p, p', ... sont des formes ternaires; P a le degré M; ϖ, ϖ', ... entiers positifs.

» Une première $\mathfrak{G}_2$ est fournie par les équations

$$(1) \qquad \rho\xi_j = p_j(\sigma, \tau, 1);$$

c'est une surface unicursale de degré $(m - M)^2 - \mu$, μ étant le nombre des points fixes du système des courbes planes

$$\sum_i k_j p_j(\sigma, \tau, 1) = 0, \qquad k_j = \text{const. arbitr.},$$

» Si les p_j sont des formes binaires en σ et τ, cette $\mathfrak{G}_2$ se réduit à une $\mathfrak{G}_1$.

» Soient, maintenant, $x = \sigma z$, $y = \tau z$, et, dans le plan des $\sigma\tau$, un point *quelconque* (a, b) de la courbe $p(\sigma, \tau, 1) = 0$. Pour p et z assez petits f_j peut, au point de vue des recherches actuelles, être remplacé par le poly-

nome

$$F_j(p, z; a, b) \qquad \text{avec} \qquad F_j(o, o; a, b) = o.$$

» On est ramené au cas de deux variables. Soit, alors, une des courbes fondamentales

$$\rho\xi_j = \psi_j(T; a, b);$$

les coefficients du polynome ψ_j en T sont (*Remarque III* ci-dessus) algébriques en a, b. Si a et b sont envisagés comme des paramètres, une $\mathfrak{G}_2$ est fournie par les équations

$$(2) \qquad \begin{cases} \rho\xi_j = \psi_j(T; a, b), \\ p(a, b, 1) = o. \end{cases}$$

» Chacune des courbes $p = o$, $p' = o$, ... fournit plusieurs pareilles $\mathfrak{G}_2$, lesquelles, dans des cas particuliers, se réduisent à des $\mathfrak{G}_1$.

» Sur chaque courbe $p = o$, $p' = o$, ... pourra exister un nombre fini de points *exceptionnels* où la méthode sera en défaut. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes orthogonaux*. Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Appell.

« Le dernier numéro des *Comptes rendus* contient une démonstration, due à M. Paul Adam, d'une proposition énoncée par M. Darboux comme très probable : *La sphère est la seule surface qui, dans tous les mouvements possibles, engendre une famille de Lamé*.

» Cette propriété peut s'établir sans aucun calcul, à l'aide du théorème de Dupin. Soient S une surface répondant à la question, A un point de cette surface, AN la normale à la surface au point A, C une ligne de courbure passant par ce point. Imaginons que le point A décrive la normale AN, tandis que l'on imprime à la surface S un mouvement hélicoïdal autour de AN comme axe; les positions successives S, S′, S″, ... de la surface S dans ce mouvement doivent former, par hypothèse, une famille de Lamé. Il passe donc, par la courbe C, une surface Σ qui coupe orthogonalement toutes les surfaces S, S′, S″, ... suivant des lignes de courbure de ces surfaces. Cette surface Σ, étant formée par des trajectoires orthogonales des surfaces S, S′, S″, ... contient nécessairement la normale AN. Par suite, elle coupe les surfaces S′, S″, ... suivant des lignes de courbure C′, C″, ... qui ne sont autre chose que les positions successives de la ligne de cour-

bure C, lorsque S vient coïncider successivement avec S′, S″, ... Donc cette surface Σ est précisément la surface hélicoïde engendrée par le mouvement hélicoïdal de la courbe C. Or, lorsqu'on fait varier le pas du mouvement hélicoïdal, le plan tangent à cette surface Σ varie aussi, et, par conséquent, elle ne peut rester constamment normale aux surfaces S, S′, S″.

» Le raisonnement n'est en défaut que si les lignes de courbure de la surface S sont indéterminées, c'est-à-dire dans le cas où cette surface est une sphère. De là résulte l'exactitude de la proposition énoncée. »

OPTIQUE. — *Sur la photographie des ondes stationnaires lumineuses.* Note de M. **Izarn**, présentée par M. Mascart.

« Le procédé imaginé par M. Otto Wiener pour démontrer les ondes stationnaires en fixant leurs traces sur une plaque photographique ordinaire exige que la couche de collodion sensible qui la recouvre soit d'une extraordinaire minceur [1]. Ce procédé est très délicat et je doute que beaucoup de physiciens se soient exercés à répéter une expérience pourtant si intéressante. Elle devient au contraire relativement très simple, quand on utilise la gélatine bichromatée.

» Il suffit d'étendre sur un morceau de glace très épaisse une couche du liquide dont j'ai donné la formule et indiqué le mode d'emploi [2], en ayant soin toutefois d'augmenter de moitié environ la proportion de gélatine et de ne couler qu'après refroidissement presque complet pour éviter d'avoir une couche trop mince; son épaisseur, tout en étant faible, doit être encore très grande comparée à la longueur des ondes lumineuses. Après dessiccation dans l'obscurité et le plus tôt possible après cette dessiccation, on serre, au moyen de deux fortes pinces à vis, la glace ainsi préparée contre un autre morceau de glace épaisse préalablement argentée (argent contre gélatine) et l'on modifie le serrage en observant à la flamme d'un brûleur à sodium les franges (de Newton) dues à la lame d'air interposée. Comme dans l'expérience de Wiener, les traces que laisseront les ondes stationnaires auront à peu près la même orientation et la même largeur que ces franges. Il n'y a plus qu'à placer le tout verticalement sur un petit support,

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, juillet 1891.
(2) *Comptes rendus*, 6 mars 1893.

dans l'intérieur d'une chambre noire photographique, dont l'objectif aura été remplacé par un spectroscope dont on aura de préférence enlevé l'oculaire. Après un temps de pose d'ailleurs toujours assez long et qui peut atteindre un quart d'heure, on démonte le système et l'on passe la plaque impressionnée à l'eau *tiède* additionnée au besoin d'une trace d'ammoniaque qui favorise le gonflement de la gélatine.

» Supposons, pour la commodité de l'explication, que la couche soit d'épaisseur parfaitement uniforme, faisant un très petit angle avec la surface réfléchissante; les nombreux feuillets dans lesquels elle a été divisée par l'action de la lumière étant parallèles à cette dernière coupent la gélatine obliquement; après fixage, ils déterminent donc par leurs intersections avec la surface libre de celle-ci une série d'échelons qui, si l'opération a été réussie, resteront visibles après séchage, mais qui, dans tous les cas, redeviendront très saillants à chaque nouvelle immersion dans l'eau.

» Il va sans dire que ces franges ne se montrent que dans la portion assez restreinte du spectre pour laquelle la gélatine bichromatée est sensible. Il m'a été impossible jusqu'ici de panchromatiser cette substance, et je ne crois pas que personne y soit encore arrivé. Il est impossible de confondre les franges obtenues avec les raies du spectre qui sont d'ailleurs très fines, si l'on a exactement mis au point.

» On peut plus simplement encore [1] couler directement la gélatine sur une lame de verre quelconque argentée, pourvu que la couche d'argent y soit bien adhérente, mais il faut une plaque argentée nouvelle à chaque expérience; l'observation n'est possible que sur une des faces et surtout on n'est pas maître, comme dans le cas d'une pression méthodique, de la forme et de la disposition des franges.

» Dans l'une et l'autre de ces façons d'opérer, il importe de noter que les strates sont mises en évidence par leurs *affleurements* à la surface de la gélatine, tandis que M. Wiener les avait découvertes en y faisant une *coupe* par couleur sensibilisée aussi mince que possible et que M. Lippmann, dans son procédé de photographie des couleurs, utilise les colorations fournies par l'*ensemble* de ces strates superposées.

---

[1] Cette variante particulièrement rapide m'a été suggérée par mon ancien élève et excellent ami, M. Cotton, qui a bien voulu faire pour moi les premières expériences à l'École Normale, dans un moment où le soleil s'obstinait à me faire défaut et où, n'ayant pas d'ailleurs la ressource de la lumière électrique, j'étais impatient d'en connaître le résultat.

» Il n'est pas, enfin, sans intérêt de remarquer que, lorsqu'on photographie le spectre en couleur par le procédé Lippmann aux sels d'argent avec miroir de platine, il est rare qu'on n'aperçoive pas sur la face du verre du cliché des franges auxquelles il ne paraît pas qu'on puisse refuser la même origine qu'à celles dont je viens de parler. On obtient donc, dans ce cas, les traces des ondes stationnaires avec une couche relativement très épaisse à la condition de les observer, non plus par transmission, comme M. Wiener a cherché et réussi à les avoir, mais bien par réflexion, et il est très probable que c'est pour n'avoir pas songé à les observer ainsi que ce savant a laissé échapper la belle découverte de la photographie des couleurs par la méthode interférentielle. »

CHIMIE. — *Absorption de l'azote par le lithium à froid.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Moissan.

« M. Guntz a annoncé récemment (*Comptes rendus,* 1895, 1er semestre, p. 777) que le lithium préparé par sa méthode absorbe l'azote rapidement et même avec incandescence, à une température inférieure au rouge sombre.

» Or, je dois à l'obligeance de M. Berthelot quelques morceaux de ce lithium, et j'ai répété l'expérience précédente avec de l'azote atmosphérique pour préparer de l'argon, et avec le gaz de la source de Maizières (Côte-d'Or) pour en faire l'analyse spectrale sur la demande de M. Moureu.

» Mais j'ai constaté en même temps un dégagement notable d'hydrogène; aussi, pour éliminer ce dernier gaz, j'ai dû chauffer au préalable le lithium [1] dans le vide pendant plusieurs heures, à une température inférieure au point de ramollissement du verre ordinaire. Le lithium fond à peine, et sa surface, qui est recouverte d'une couche terne noirâtre, se fendille et laisse voir en plusieurs points le métal brillant; en même temps, un dépôt métallique miroitant se forme sur les parois froides du verre. Si alors on introduit l'azote, le tube étant bien refroidi et sans chauffer, on constate une absorption lente du gaz à froid, analogue à l'absorption lente à froid de l'oxygène par le phosphore [2]. L'absorption est d'ailleurs

---

[1] Contenu dans une petite nacelle de fer.

[2] Le tube de verre, dans notre expérience, ne s'est pas échauffé d'une manière sensible.

complète, car les bandes spectrales caractéristiques de l'azote disparaissent absolument.

» La couche terne noirâtre de la surface du lithium signalée plus haut se forme au contact de l'air; lorsqu'on coupe un morceau de lithium, les surfaces fraîchement coupées sont brillantes, comme avec le sodium, mais se ternissent très rapidement. Or cette couche terne noirâtre apparaît comme un obstacle à l'action de l'azote et du lithium; tant qu'elle est continue, sans fissures, l'absorption ne se produit pas; par contre, l'absorption est d'autant plus rapide que la surface du lithium mise à nu au commencement est plus grande [1].

» J'ai jugé utile de signaler cette propriété du lithium, puisqu'on ne connaît pas encore de corps qui absorbe l'azote seul à froid [2].

CHIMIE. — *Sur un procédé possible de séparation de l'argon et de l'azote atmosphériques.* Note de M. **Claudius Limb**, présentée par M. Lippmann.

« Un des meilleurs procédés pour séparer l'argon de l'azote atmosphérique consiste à faire absorber ce dernier par le lithium. Malheureusement ce métal est très rare, et l'argon qui en résulte est, par suite, d'un prix excessif.

» J'ai indiqué [3] que le fluorure de baryum simple ou le fluorure double de baryum et de sodium, traités à une chaleur modérée par le sodium, donnaient une substance grise, évidemment du baryum réduit, absorbant énergiquement l'azote de l'air.

» Il serait facile de faire cette préparation dans un gros tube de fer, qui servirait ensuite à faire passer l'air atmosphérique, préalablement dépouillé de sa vapeur d'eau, de son acide carbonique, et de son oxygène. Le prix du sodium et du fluorure double ou simple, préparés ainsi que je l'indique

---

(1) L'élimination de l'hydrogène peut jouer un rôle dans la réaction; de même aussi la vapeur de mercure qui est émise faiblement par un petit manomètre fixé au tube de verre et qui est absorbée par le lithium.

(2) Ce travail a été fait dans le laboratoire de Spectroscopie de l'Observatoire de Paris, avec le concours de mon assistant M. Ferdinand Millau.

(3) Travail présenté, il y a quelques mois, comme seconde Thèse, à la Faculté des Sciences de Paris. (*Essais sur la préparation du baryum métallique.* — Thèse de Doctorat. Gauthier-Villars et fils; Paris, 1895.)

dans ma Thèse ([1]), étant très peu élevé, on aurait l'argon à très bon compte comparativement au prix de revient des procédés actuels, et avec une extrême simplicité.

» Le procédé suppose toutefois que l'argon résiste à cet absorbant; si le contraire avait lieu, le fait n'en serait que plus intéressant.

» Je me proposais, avant d'en parler, d'expérimenter le procédé, et d'en profiter pour déterminer avec précision les propriétés physiques et chimiques de ce gaz; malheureusement mes occupations m'en empêchent pour le moment, et je ne prévois pas de longtemps la possibilité de le faire. »

CHIMIE. — *Action de l'alcool sur l'iodure mercureux.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. Troost.

« Après avoir constaté que l'iodure mercureux est dissocié par l'aniline et les phénols ([2]), il était intéressant d'étudier la manière dont il se comporte vis-à-vis de l'alcool. Les chimistes ont toujours considéré l'alcool comme étant sans action sur l'iodure mercureux, et l'ont employé couramment pour la préparation et le lavage de ce produit. Cependant, si on lave avec de grandes quantités d'alcool bouillant quelques grammes d'iodure mercureux, on voit la couleur de celui-ci se modifier et passer du jaune au vert, puis au noir. Le but de cette Communication est de démontrer que l'iodure mercureux est décomposé par l'alcool, et que cette réaction est limitée et réversible.

» J'ai tenu à opérer à l'abri de la lumière, afin que les résultats obtenus ne puissent être attribués à son action.

» 1° Pour observer la décomposition complète, on divise et délaye soigneusement au mortier $0^{gr},200$ d'iodure mercureux dans 20^{gr} d'alcool à 95°, on fait passer le tout dans une fiole conique à fond plat, on lave le mortier avec 80^{gr} d'alcool qu'on réunit au reste, en sorte qu'on a employé en tout 100^{gr} d'alcool. La fiole étant reliée à un réfrigérant à reflux, on porte à l'ébullition qu'on maintient pendant trente minutes au moins, en protégeant par un manchon opaque l'appareil contre la lumière. Après ce temps, on constate que l'iodure mercureux a disparu et qu'il existe à sa place une

---

([1]) Le fluorhydrate de fluorure de sodium, d'où je partais pour ces préparations, provenait d'une usine de List, près Hanovre (Allemagne). Il contenait seulement un peu d'eau d'interposition et ne coûtait guère que 200^{fr} les 100^{kg}.

([2]) *Comptes rendus*, 29 juillet et 25 novembre 1895.

couche grise pulvérulente. D'une part, le dépôt gris observé au microscope se montre formé de globules se soudant entre eux; d'autre part, l'alcool surnageant filtré immédiatement et évaporé dans le vide, abandonne $0^{gr},139$ d'iodure mercurique (théorie, $0^{gr},138$). La décomposition a donc été complète.

» 2° En augmentant fortement la proportion de l'iodure mercureux, la décomposition est incomplète et ne peut être constatée *de visu;* mais l'analyse de l'alcool surnageant peut nous fournir des indications. S'il y a eu décomposition, il laissera à l'évaporation de l'iodure mercurique. On pourrait, il est vrai, dire que cet iodure mercurique était à l'état de liberté dans l'iodure mercureux impur et que l'alcool n'a fait qu'opérer un lavage. Pour se mettre à l'abri de cette critique et supposant l'iodure mercureux définitivement débarrassé de biiodure par le premier traitement, on a recommencé sur lui une deuxième, une troisième et jusqu'à une sixième action de l'alcool bouillant.

» On a trouvé les résultats suivants :

1er traitement...	100^{gr} du liquide (alcool à 95°) contiennent	$\overset{gr}{0},231$ HgI^2
2e traitement...	»	0,236 »
3e traitement...	»	0,228 »
4e traitement...	»	0,218 »
5e traitement...	»	0,220 »
6e traitement...	»	0,222 »

Moyenne des 4 derniers traitements : $0^{gr},222$.

» Pendant ces actions successives de l'alcool, l'iodure mercureux a changé de couleur; il est devenu noir verdâtre; sa composition a varié. Il contenait avant l'action : mercure pour 100, 62,96; iode pour 100, 36,74. Il contient après l'action : mercure pour 100, 77,10; iode pour 100, 22,38.

» Ainsi, l'alcool bouillant décompose l'iodure mercureux en mercure et iodure mercurique et la décomposition s'arrête lorsque 100^{gr} du liquide contiennent en moyenne $0^{gr},222$ d'iodure mercurique en solution.

» Pour déterminer les chiffres ci-dessus, on chauffait au bain-marie dans un matras muni d'un réfrigérant à reflux et protégé contre la lumière 10^{gr} d'iodure mercureux et 300^{gr} d'alcool à 95°; on maintenait l'ébullition pendant trente minutes, on agitait, on laissait déposer une seconde et on décantait rapidement tout le liquide sur un grand filtre double plissé, à grand débit. Du liquide filtré, on prélevait 200^{gr} environ, qu'on pesait après refroidissement et évaporait à froid sur l'acide sulfurique.

» Pour renouveler les traitements, on transportait l'entonnoir égoutté sur le matras, perçait le filtre et au moyen de 300^{gr} d'alcool à 95°, faisait passer le contenu du filtre dans le matras qu'on échauffait de nouveau trente minutes à l'ébullition et ainsi de suite.

» On a constaté que l'évaporation de solutions alcooliques de biiodure

de mercure, dans le vide à froid, permet de retrouver le biiodure sans perte.

» 3° La solution d'iodure mercurique dans l'alcool à 95° saturée, et en général toute solution contenant plus de 0gr,222 de biiodure de mercure par 100gr, attaque le mercure métallique en formant de l'iodure mercureux. Cette formation d'iodure mercureux est limitée; elle s'arrête quand la teneur du liquide en HgI^2 est descendue à un certain chiffre fixe pour une température donnée.

» En faisant agir sur le mercure, à la température de l'ébullition, une solution d'iodure mercurique dans l'alcool à 95°, contenant plus de 0gr,222 par 100gr, j'ai constaté que la formation d'iodure mercureux s'arrête lorsque le liquide ne contient plus que 0gr,216 de biiodure par 100gr et que cet état d'équilibre se maintient quelle que soit la durée de l'ébullition. Le chiffre trouvé est très rapproché de celui qui a été donné par l'expérience de décomposition.

» Cette détermination a été faite comme il suit : On chauffait dans un matras 500gr d'alcool à 95° et 2gr d'iodure mercurique jusqu'à dissolution, puis jusqu'à une température voisine de l'ébullition et l'on ajoutait 500gr de mercure métallique. On reliait à un refrigérant ascendant et l'on entretenait l'ébullition en se garantissant de la lumière. On faisait une prise d'essai de 100gr de liquide environ après quatre heures; une autre après six heures; une troisième après huit heures. Les liquides prélevés, filtrés immédiatement sur un filtre double étaient pesés après refroidissement et évaporés sur l'acide sulfurique.

» On trouve, après quatre heures d'ébullition :

100gr du liquide contiennent............. 0gr,215 d'iodure mercurique.

» Après six heures d'ébullition :

100gr du liquide contiennent............. 0gr,215 d'iodure mercurique.

» Après huit heures d'ébullition :

100gr du liquide contiennent............. 0gr,217 d'iodure mercurique.

» *Conclusions.* — L'alcool bouillant décompose l'iodure mercureux. La décomposition s'arrête lorsque 100gr du liquide contiennent en chiffres ronds 0gr,220 d'iodure mercurique en solution.

» Cette action est réversible et l'action inverse s'arrête à la même limite.

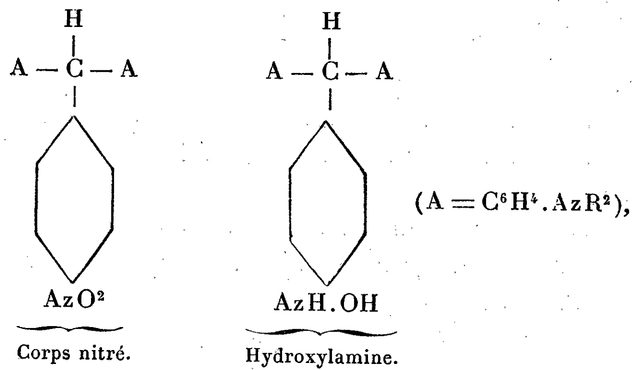
» Il résulte de ces faits : 1° que 1000gr d'alcool à 95° bouillant décomposent environ 3gr,15 d'iodure mercureux; 2° que l'alcool employé au la-

vage de l'iodure mercureux l'enrichit constamment en mercure et sortira indéfiniment chargé d'iodure mercurique; 2° que la séparation quantitative des iodures mercureux et mercurique par l'alcool n'est pas exacte. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle synthèse de la parafuchsine et de ses dérivés mono, di, tri et tétraalcoylés.* Note de M. **Maurice Prud'homme**, présentée par M. P. Schützenberger.

« La réduction ménagée du nitrobenzène donne naissance à de la phénylhydroxylamine, que les acides minéraux convertissent en *p*-amidophénol, par transposition réciproque de l'hydroxyle du radical AzH.OH et de l'hydrogène situé en *para* vis-à-vis de ce radical.

» Les paranitrodiamidotriphénylméthanes subissent une transformation comparable à celle du nitrobenzène, bien que la position para du noyau benzénique nitré soit occupée par le carbone central. Dissous dans l'acide chlorhydrique étendu, et traités à froid par la poudre de zinc, ils donnent d'abord naissance à l'hydroxylamine complexe, correspondant au corps nitré :

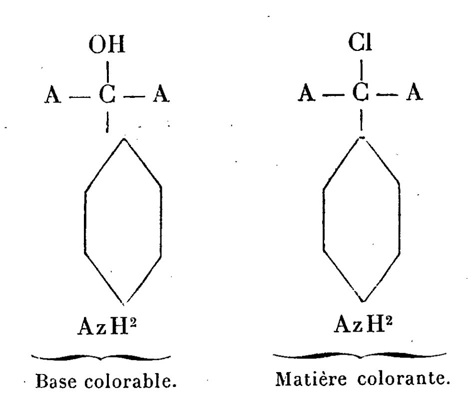


Sous l'action de l'acide chlorhydrique et à une douce température, on voit la liqueur se colorer fortement.

» La transposition s'est faite entre l'hydroxyle et l'*hydrogène méthanique* qui, bien qu'extérieur au noyau benzénique, peut être considéré comme situé en para vis-à-vis du radical AzH.OH.

» L'hydroxylamine a passé ainsi de l'état de leucobase à celui de carbinol triamidé, c'est-à-dire de base colorable qui, en milieu acide, s'est

transformée en matière colorante, par simple échange de l'hydroxyle contre le radical de l'acide :



Base colorable. Matière colorante.

» En ajoutant de l'acétate de soude à la liqueur, on précipite les leucobases nitrée ou aminée, qui étaient restées mélangées à la matière colorante. Après filtration, on élimine le zinc au moyen de la soude caustique. La base de la matière colorante, dissoute dans l'alcool, s'obtient facilement à l'état de pureté.

» J'ai préparé ainsi la parafuchsine et un certain nombre de ses dérivés mono, di, tri et tétraalcoylés.

» Pour obtenir les paranitrométhanes correspondants à la parafuchsine et à son dérivé tétraalcoylé, on condense directement une molécule de paranitrobenzaldéhyde avec deux molécules d'aniline ou d'aniline dialcoylée.

» Les dérivés mono et trialcoylés s'obtiennent en partant du produit de la condensation du *p*-nitroamidodiphénylhydrol monoalcoylé avec l'aniline ou l'aniline dialcoylée.

» Enfin les fuchsines dialcoylées peuvent renfermer les radicaux d'alcool dans deux noyaux, ou dans un seul. Le premier cas correspond à la condensation d'une molécule de paranitrobenzaldéhyde et de deux molécules d'aniline monoalcoylée; le deuxième à la condensation d'un paranitroamidodiphénylhydrol dialcoylé avec l'aniline.

» La nuance de cette série de fuchsines devient graduellement de plus en plus violette, à mesure qu'augmente le nombre des radicaux alcooliques dans les groupes amidogènes. Il est à remarquer que deux substitutions de radicaux alcooliques agissent moins, pour pousser la nuance au

violet, si elles sont réparties dans deux noyaux benzéniques, que si elles appartiennent à un seul noyau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode de décomposition de quelques corps organiques à fonction amide et imide.* Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. Schützenberger.

« Le mode bien connu de décomposition, avec mise en liberté d'azote, de l'urée, de l'acide urique et de quelques autres composés azotés, par les hypochlorites et hypobromites alcalins, que Leconte et Yvon ont fait connaître, ne semble pas avoir été étendu jusqu'ici aux amides et imides, simples ou complexes, de la série grasse et de la série aromatique.

» J'ai institué, au cours d'un travail sur les urées composées de Wurtz, un certain nombre d'expériences dans le but de combler cette lacune, et j'ai étudié d'abord, à ce point de vue, quelques amides et imides grasses. D'une manière générale, j'ai suivi, dans mes expériences, le même mode opératoire que dans le procédé Leconte. Tantôt l'amide était dissoute dans la quantité d'eau minima, tantôt elle était soumise directement à l'action de l'hypochlorite alcalin. Celui-ci était préparé de la manière suivante : 50^{gr} de chlorure de chaux frais étaient épuisés par 500^{gr} d'eau distillée; on filtrait. D'autre part, je dissolvais 100^{gr} de carbonate de sodium dans 300^{gr} d'eau distillée; les liqueurs étaient mélangées; puis, après une dernière filtration, on portait le tout à 1 litre.

» *Formiamide* $CHO.AzH^2$: à la température ordinaire, la formiamide subit, au contact du réactif de Leconte, un commencement de décomposition; avec l'aide d'une chaleur modérée, cette décomposition s'accentue, et l'on recueille sur la cuve à eau un gaz présentant les caractères purement négatifs de l'azote.

» *Acétamide* $C^2H^3O.AzH^2$: avec l'acétamide, je n'ai obtenu que des résultats négatifs; l'expérience était faite, tantôt à la température ordinaire, tantôt avec l'aide d'une chaleur modérée.

» *Propionamide* $C^3H^5O.AzH^2$: la décomposition commence à froid, elle devient très rapide et très notable à chaud.

» *Butyramide* $C^4H^7O.AzH^2$: la décomposition, très nette, se fait avec l'aide de la chaleur.

» *Oxamide* $(CO - AzH^2)^2$. — Cette diamide commence déjà à se décomposer à froid. Si la réaction est un peu plus lente à se produire, c'est que l'oxamide, même pulvérisée, est très peu soluble et ne peut être attaquée que progressivement par le réactif de Leconte. Si l'on chauffe, la réaction s'accélère notablement.

» *Succinamide* $C^2H^4(CO - AzH^2)^2$. — A froid, dégagement assez rapide d'un gaz

présentant des caractères négatifs; l'application de la chaleur accélère beaucoup la réaction.

» *Succinimide* $C^2H^4\left\langle\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\rangle AzH$. — A froid, on observe immédiatement un dégagement de gaz qui devient tumultueux; la réaction est tellement nette qu'elle peut prêter à une intéressante expérience de cours.

» *Glycocolle* $CH^2AzH^2 - CO^2H$. — Ce dérivé est décomposé dans le même sens avec l'aide d'une chaleur modérée.

» *Acide hippurique* ou *benzoylglycocolle* $\begin{matrix}CH^2 AzHC^7H^5O\\ | \\ CO - OH\end{matrix}$. — La décomposition ne s'effectue que si l'on chauffe fortement; ce qui tend à prouver que le réactif de Leconte dédouble d'abord l'acide hippurique en benzoate alcalin et glycocolle, et que ce dernier est ultérieurement attaqué par l'acide hypochloreux.

» *Alanine* $C^2H^4(AzH^2) - COOH$. — L'alanine est décomposée, comme son homologue inférieur, le glycocolle, à une température modérée.

» *Asparagine* $CO(AzH^2) - CH(AzH^2) - CH^2 - CO^2H$. — Cet acide, à la fois acide, amine et amide, laisse dégager, à une température peu élevée, un gaz possédant les caractères négatifs de l'azote.

» Dans une prochaine Note, je me propose d'étudier l'action des hypochlorites à excès d'alcali, sur différents dérivés aromatiques, et sur quelques composés à fonction basique [1]. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur les limites d'approximation que peut donner le grisoumètre à fil de platine ou de palladium dans le dosage du gaz formène.* Note de M. **J. Coquillion**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans le premier grisoumètre que j'ai fait construire, on obtenait facilement une approximation de $\frac{1}{4}$ pour 100 de gaz formène contenu dans un mélange donné; toutefois, comme on observait la diminution du volume après la combustion, il y avait deux causes d'erreur qu'il importait de faire disparaître, c'était : 1° l'absorption du gaz acide carbonique de la combustion en présence de l'eau contenue dans le tube mesureur; 2° l'élévation de température du fil de platine incandescent qui échauffait les tiges de cuivre et par suite le brûleur, et nécessitait un certain temps pour que le refroidissement fût complet.

---

[1] La majeure partie de ces faits a été communiquée à la Section des Sciences de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, dans sa séance ordinaire du 11 juin 1894.

» Il a été facile de remédier à ces causes d'erreur par l'adjonction 1° d'une cloche renversée, engagée dans une éprouvette à pied remplie d'une dissolution de potasse; 2° d'un manchon de verre plein d'eau entourant le mesureur ainsi que le brûleur. En disposant même ce dernier au-dessus de la cloche terminale, on pouvait remplir d'eau le brûleur et noyer le fil de platine et les tiges métalliques; par suite, la température du gaz se trouvait rapidement en équilibre avec celle du milieu ambiant. Du reste, en faisant passer le gaz dans la cloche à potasse dont on avait multiplié les surfaces par des tubes de verre, on hâtait le refroidissement en même temps que l'acide carbonique était absorbé. Pour un volume de gaz brûlé, on obtient, en vertu de la formule classique connue, deux volumes de vapeur d'eau qui se condensent et un volume d'acide carbonique absorbé par la potasse, de sorte qu'il suffit de prendre le tiers du volume disparu pour avoir le gaz formène contenu dans le mélange.

» Pour augmenter la sensibilité de l'appareil, j'avais eu l'idée, dès le début, d'élargir le tube mesureur à sa partie supérieure et de lui donner un plus petit diamètre à sa partie inférieure où se fait la lecture, j'avais pu obtenir ainsi facilement une approximation de $\frac{1}{1000}$; mais on peut aller au delà, et je vais indiquer comment je suis arrivé à doser à $\frac{1}{10000}$ près la proportion de formène contenu dans un mélange donné, en supprimant les robinets et ne conservant que des fermetures hydrauliques.

» Le tube que j'ai adopté a la forme d'une éprouvette à gaz d'une capacité de 200^{cc} environ; il porte un bouchon à trois trous qui ferme l'extrémité ouverte; par deux de ces trous s'engagent de petites tiges en cuivre munies de bornes qui maintiennent à l'intérieur du tube un fil de platine enroulé en spirale qui sera porté à l'incandescence pour brûler le gaz; les deux bornes extérieures servent à relier le système à la source électrique. Dans le troisième trou s'engage un tube gradué qui dépasse quelque peu le niveau du bouchon en caoutchouc, afin de maintenir une petite nappe d'eau sur ce bouchon. Ce tube a 1^{mm} de diamètre environ, et une longueur de 2 décimètres; il est terminé en ampoule à sa base pour permettre au gaz de se dilater librement. Chaque centimètre cube est divisé en 25 parties égales. Tout le système est immergé dans un grand bocal, où circule un courant d'eau froide. Quand on veut faire une expérience, on transvase sous l'eau le gaz dans l'éprouvette, on la bouche avec le tube à trois trous et on la transporte dans le bocal, en ayant soin de l'immerger jusqu'à un niveau déterminé, on attend jusqu'à ce qu'il reste stationnaire.

» Il est facile de se rendre compte que, avec une capacité totale de 200^{cc}, une division de la graduation correspond à $\frac{1}{10000}$ de formène. En effet, 1^{cc} de la graduation, étant égal à $\frac{1}{25}$ de centimètre cube, représentera $\frac{1}{25}$ de $\frac{1}{200}$ du volume total, ou $\frac{1}{5000}$, et, comme $\frac{1}{10000}$ de formène donne une diminution de volume double ou $\frac{2}{10000} = \frac{1}{5000}$, on voit qu'une division de la graduation correspond au chiffre donné.

» Pour vérifier que l'appareil était sensible dans ces conditions, j'ai ajouté à un litre d'air, dont on avait enlevé 10^{cc}, un volume de 10^{cc} de

formène, j'ai pris 10^{cc} de ce mélange que j'ai ajouté à un nouveau litre d'air : j'avais donc bien, dans ce dernier cas, $\frac{1}{10}$ de $\frac{1}{1000}$ de formène ou $\frac{1}{10000}$, et c'est ce mélange que j'ai introduit dans le grisoumètre. En faisant rougir le platine à trois reprises différentes, on obtient sensiblement une diminution de volume, de une division; il ne faut pas plus de quatre à cinq minutes pour faire une expérience. Quand on répète la même expérience avec de l'air ordinaire pris en dehors des appartements, on n'obtient pas de diminution. On jugera de la sensibilité de l'appareil par le fait suivant : ayant fait une prise d'air dans le laboratoire de M. Gréhant, j'obtins une diminution de volume de trois divisions : un fourneau à gaz brûlait à une extrémité et, par quelques petits trous, la combustion était incomplète.

» Il importe, pour être sûr du résultat, que la pression et la température ne varient pas ; or la pression ne varie guère pendant les quatre ou cinq minutes que dure une expérience; quant à la température, si l'on dispose d'une circulation d'eau, on n'a pas de différence de température pendant ce temps si court. L'appareil est, du reste, lui-même un véritable thermomètre à air, de sorte qu'on pourrait en avoir un tout semblable dans le bocal et qui servirait comme témoin; un thermomètre indiquant les dixièmes de degré pourra aussi servir de contrôle ([1]). »

CHIMIE. — *Sur la dispersion de l'acide borique dans la nature*, par M. **H. Jay**. Note présentée par M. Arm. Gautier.

« Les auteurs ne s'accordent pas relativement à la présence de l'acide borique dans les végétaux, et, malgré les prévisions de M. Dieulafait, cet acide, quand on l'y rencontre, passe généralement pour accidentel.

» MM. Villiers et Fayolle([2]) ont entrevu la raison de ces variations.

([1]) La manipulation de cet appareil dans une cuve à eau, son introduction dans un bocal avec circulation d'eau exige des précautions un peu compliquées, c'est pourquoi j'ai rendu le système d'une application plus pratique et plus simple, en y adaptant un flacon élévateur ou abaisseur. Je le décrirai prochainement. Il est à noter que l'absorption de l'acide carbonique par les quelques points où le mélange gazeux est en contact avec l'eau n'est pas appréciable; que, de plus, l'eau étant treize fois environ moins dense que le mercure, il y a tout avantage à employer ce liquide; les grisoumètres où l'on emploie le mercure ne sont pratiques que dans les laboratoires et ne peuvent donner l'exactitude que nous avons obtenue.

([2]) *Annales d'Hygiène*, septembre 1895.

Ils ont constaté que, dans l'essai au chalumeau, « des corps divers (potasse, soude, chaux, etc.,) peuvent masquer la coloration qui correspond à l'acide borique ». Bidaux avait aussi fait cette remarque, quand il conseillait, en 1873, au lieu du chalumeau, de se servir d'un courant d'hydrogène ou de gaz d'éclairage entraînant le fluorure de bore préalablement formé et brûlant dans un petit bunsen. Ces méthodes, de même que celle de MM. Villiers et Fayolle, lorsqu'on opère directement sur les cendres des végétaux, peuvent ne pas donner de résultat positif, surtout parce que le fluorure de bore, décomposé par le peu d'eau qui résulte de l'action de l'acide sulfurique sur le gaz d'éclairage, ou de l'entraînement par l'hydrogène, laisse déposer l'acide borique sur les parois des tubes et ne colore plus la flamme.

» Pour constater la présence de petites quantités d'acide borique dans une matière, il est nécessaire d'isoler cet élément et de réduire dans un rapport aussi minime que possible son mélange avec les bases. Il faut aussi que la quantité de cendres sur laquelle on opérera soit d'autant plus grande que l'acide borique y sera plus rare. Sur ce point, le chalumeau, ou tout autre procédé, fixera suffisamment l'observateur.

» Notre méthode de recherche a été déjà exposée dans une Note antérieure (1). Elle consiste essentiellement dans la volatilisation de l'acide borique par l'alcool méthylique, que l'on reçoit dans un peu de potasse et que l'on titre ensuite avec des précautions spéciales, indiquées ailleurs, au moyen du bleu CLB.

» Afin d'élucider aussi complètement que possible la question intéressante de la dispersion de l'acide borique dans la nature, nous avons examiné un grand nombre de végétaux pris dans les groupes botaniques les plus variés, ayant crû sur les sols ou dans les eaux les plus éloignés les uns des autres. Dans tous les cas, nous avons constaté la présence de l'acide borique et nous avons pu en déterminer les proportions. Voici nos résultats très résumés :

» 1° *Vins.* — Les vins sont, de tous les liquides végétaux, les plus riches en acide borique. La proportion dans chacun d'eux est variable : elle oscille du simple au quadruple. Leurs cendres présentent les mêmes variations. Le minimum a été observé dans le *romorantin* (plant blanc) provenant d'Indre-et-Loire avec $0^{gr},009$ par litre et dans un raisin noir de la Salanque (Pyrénées-Orientales) avec $0^{gr},012$ par litre. Le maximum s'est présenté avec $0^{gr},033$ par litre dans un *gamay* d'Indre-et-Loire. La

(1) *Comptes rendus*, 29 juillet 1895.

moyenne ($0^{gr},017$ à $0^{gr},023$) a été fournie par un *aramon*, avec $0^{gr},023$; un *malbec* (Gironde), $0^{gr},018$; un *merlot* (Gironde), $0^{gr},021$; un *pinot* (Indre-et-Loire), $0^{gr},017$.

» Dans les cendres, les doses minima ont été de $4^{gr},70$ au kilogramme dans le *romorantin*, et $4^{gr},80$ dans un raisin noir d'Aspre (Pyrénées-Orientales). Le maximum, $16^{gr},50$, a été donné par le *gamay* d'Indre-et-Loire. La moyenne, 8^{gr} à 12^{gr}, s'est présentée dans un *aramon* ($10^{gr},30$), un *cabernet-sauvignon* ($9^{gr},50$), un *merlot* ($11^{gr},30$), un *malbec* ($8^{gr},20$), deux *gamays* ($8^{gr},8$ et $11^{gr},8$) et un *pinot* ($8^{gr},1$). Trois raisins secs, *chesmé, corinthe* et *malaga,* ont fourni des résultats identiques.

» Les cendres provenant des marcs des raisins examinés renfermaient aussi une notable proportion d'acide borique. Cette proportion est moins variable, elle n'oscille plus que du simple au triple. La minimum a été de $1^{gr},40$ au kilogramme de cendres pour le marc de *romorantin,* et le maximum, $3^{gr},40$ et $3^{gr},50$ pour le *malbec* et le *merlot.* Le *gamay* et le *gros noir du Cher* ont fourni la moyenne $2^{gr},40$ et $2^{gr},70$.

» Parmi les constituants solides et séchés de la grappe, les pellicules, examinées comparativement avec les pépins et les rafles [*alicante, petit-bouschet, aramon, jacquez, carignane* provenant de Saint-Marcel (Aude)] ont présenté une quantité d'acide borique supérieure à celle fournie par les rafles. Celle trouvée dans les pépins a été notablement inférieure. Dans les cendres de ces matières, les proportions sont sensiblement identiques et varient, dans les pellicules, de $1^{gr},40$ à $4^{gr},10$ par kilogramme de cendres ; dans les rafles, de $1^{gr},70$ à $2^{gr},90$, et dans les pépins, de $1^{gr},50$ à $3^{gr},60$.

» Deux cendres de feuilles de vigne (plants blancs d'Indre-et-Loire et plants noirs bordelais) n'ont fourni l'une et l'autre que $0^{gr},700$ d'acide borique au kilogramme.

» 2° *Autres substances végétales.* — J'ai encore examiné les pêches, mirabelles, reines Claude, quetschs, abricots, amandes, noix, marrons comestibles et marrons d'Inde, oranges, citrons, figues, dattes, ronces, petits pois, tomates, cornichons, aubergines, pommes de terre, cresson, carottes, betteraves, oignons, champignons de couche, choux de Bruxelles, café vert, chicorée, farine, son et paille de blé, de seigle, riz et orge, houblon, luzerne, feuilles de platane, écorce de liège, tabac à fumer, sommités d'absinthe, fleurs de chrysanthème, plantes entières de *glaucium flavum* et de criste marine, rhizome de fougère mâle, graines de ricin, *fucus serratus* et *laminaria saccharina*, etc.

» Elles ont donné lieu aux observations suivantes :

» 1° Les cendres des fruits, chair ou noyaux, sont riches en acide borique; sa proportion oscille de $1^{gr},50$ à $6^{gr},40$ au kilogramme de cendres.

» 2° Il en est de même des varechs, des feuilles de platane, des sommités d'absinthe, des fleurs de chrysanthème et des oignons comestibles. L'acide borique varie de $2^{gr},10$ à $4^{gr},60$ par kilogramme de cendres.

» 3° Les végétaux qui absorbent le moins facilement cet acide sont les graminées (blé, orge, riz, seigle), les champignons de couche et le cresson. La quantité trouvée dans les cendres de ces substances ne dépasse pas $0^{gr},500$ au kilogramme.

» Nous avons encore rencontré l'acide borique en quantité sensible dans les cendres

de houilles diverses, dans plusieurs échantillons de sels marins, gris et blancs, et à l'état de traces dans l'eau de la Seine et dans celle qui alimente le XIIe arrondissement à Paris.

» Par contre, un échantillon de sel gemme, provenant des gisements de la Madeleine, près Nancy, n'a rien révélé.

» Il était intéressant de constater à nouveau ce qui se passait chez les animaux, et de voir si les différents organes utilisent au même titre que d'autres éléments minéraux rares, tels que le fluor, dans la formation du lait et du sang par exemple, l'acide borique ingéré par les aliments. Nous avons donc examiné l'urine, le lait et le sang du bœuf, vache, cheval, mouton. Tandis que le lait et le sang ne nous ont présenté aucune trace d'acide borique, même sur un kilogramme de matière, nous l'avons, au contraire, rencontré à la dose de $0^{gr},0086$ par litre, dans l'urine de vache et de $0^{gr},0075$ dans celle du cheval.

» De l'ensemble de ces documents il résulte :

» 1° Que l'acide borique est répandu sur la plus grande partie, sinon sur la totalité du globe;

» 2° Que les végétaux absorbent partout, cultivés ou non, sur le sol ou dans les eaux, l'acide borique qu'ils rencontrent;

» 3° Que l'acide borique, introduit à très petites doses dans l'estomac des animaux, n'est pas assimilé et qu'il est rejeté avec les urines et autres déjections. »

CHIMIE ANIMALE. — *Solubilité et activité des ferments solubles, en liqueurs alcooliques.* Note de M. **A. Dastre**, présentée par M. Duclaux.

« Parmi les propriétés des ferments solubles, l'une des plus utilisées pour leur préparation et leur séparation est leur insolubilité dans l'alcool opposée à leur solubilité dans l'eau. On recommande, il est vrai, d'employer l'alcool fort, et différents expérimentateurs ont remarqué que ces ferments ne sont pas *entièrement insolubles dans l'alcool*. J'ai eu l'occasion d'observer les mêmes faits et je les ai pris pour point de départ d'une étude plus précise sur le degré d'insolubilité et d'inactivité des zymases, en liqueurs alcooliques.

» En premier lieu, j'ai constaté que tous les ferments digestifs et les ferments du sang, pris à l'état sec (organes déshydratés), sont entièrement insolubles dans l'alcool à 95°. On n'obtient pas d'action spécifique en

employant les macérations alcooliques des poudres de glandes ou de sang desséché, tandis que les solutions aqueuses ou glycériniques sont très actives.

» Il en est tout autrement lorsque l'alcool agit en milieu aqueux. C'est ce que j'ai constaté pour la trypsine et l'amylase du pancréas, pour l'hémodiastase et les ferments protéolytiques du sang.

» J'ai fait des macérations de pancréas dans des liqueurs à divers titres alcoométriques, depuis 10° jusqu'à 65°. Les tissus cédant de l'eau à la liqueur en abaissent continuellement le titre qu'il faut avoir soin de continuellement relever et maintenir constant par addition d'alcool absolu. Après un temps de macération suffisamment prolongé (une semaine à douze semaines), on décante, on filtre. Une portion de la liqueur alcoolique filtrée peut être directement utilisée à des essais de digestion et sert à fixer l'activité des zymases en milieux alcooliques. L'autre portion sert à en apprécier la solubilité. On évapore l'alcool à basse température ; le résidu est dissous dans l'eau et la solution utilisée à des digestions artificielles. Celles-ci sont toujours pratiquées comparativement, en ce sens que l'opération faite avec la liqueur intacte est contrôlée par une opération identique faite avec la liqueur bouillie ; l'ébullition, ayant pour effet de détruire le ferment soluble, permet de mettre ainsi ses effets en évidence dans l'échantillon qui n'a pas été chauffé. J'ai opéré avec la fibrine crue, la fibrine cuite, les cubes d'albumine, en liqueurs stérilisées par le thymol.

» Les résultats de ces expériences se résument ainsi :

» Le ferment protéolytique *trypsine* est soluble dans les liqueurs alcooliques de titres croissant jusqu'à 55°. La solubilité est très notable depuis 10 pour 100 jusqu'à 25 pour 100 : elle diminue ensuite rapidement jusqu'à 50 pour 100 et très rapidement à partir de 50 pour 100.

» Le *ferment amylolytique* du pancréas est plus soluble encore (fait que Danilewski avait aperçu). La solubilité suit une marche analogue à la précédente, mais elle est poussée plus loin ; elle se manifeste encore dans des liqueurs alcooliques au titre de 65 pour 100.

» Les ferments du sang sont peu solubles en liqueurs alcooliques ; on cesse de les recueillir avec des solutions à 4 pour 100 et 5 pour 100.

» On peut, en rapprochant ces faits de quelques autres observés par divers auteurs, constituer une échelle de solubilité croissante pour les différents ferments, disposés dans l'ordre suivant : ferments diastasique et protéolytique du sang : émulsine (Bouchardat), ptyaline (Losch, de Jager, Kjeldahl); trypsine; pepsine (Petit); ferment de la gaultérine

(Schneegans et Geroch); ferment amylolytique du pancréas; myrosine (Communication orale de M. Guignard).

» Les ferments que j'ai étudiés peuvent encore exercer leur activité spécifique dans ces milieux alcooliques, peu favorables cependant pour deux raisons, à savoir que les substances digestibles y sont presque insolubles et ensuite que l'avidité de l'alcool pour l'eau contrarie l'action hydrolytique essentielle du ferment. J'ai observé des digestions tryptiques jusque dans les liqueurs alcoolisées au titre 15 pour 100 et des digestions amylolytiques jusqu'à 20 pour 100. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Expériences sur le blanc de champignon obtenu par semis en milieu stérilisé*. Note de MM. **J. Costantin** et **L. Matruchot**, présentée par M. Duclaux.

« Dans une Communication faite antérieurement ([1]), nous avons montré comment, en faisant germer les spores du champignon de couche, nous obtenions d'abord du blanc de champignon, puis le développement complet de l'agaric.

» Les avantages théoriques d'une telle méthode paraissent assez évidents : elle assure, en effet, la production *régulière* du blanc en toute saison; elle permet la *sélection* des variétés cultivées; elle donne enfin un moyen rationnel de se mettre *à l'abri des maladies* du blanc. Mais tous ces avantages sont naturellement subordonnés à la bonne réussite des cultures entreprises avec le blanc de semis. Nos premières expériences, suffisantes pour montrer l'intérêt de nos recherches, ne nous renseignaient pas sur la portée pratique du nouveau système de culture. Aussi, depuis cette époque, avons-nous surtout cherché à étudier cette dernière face de la question en multipliant nos essais, en les variant et les étendant de plus en plus.

» Nous avons entrepris deux séries de recherches :

» *Première série*. — Dans un premier ensemble d'expériences, nous avons fait la culture par nous-mêmes en différents endroits : carrières de champignonnistes, cave de l'Observatoire ([2]), hangar et serre à l'École Normale.

([1]) *Comptes rendus*, 3 juillet 1893.

([2]) Qu'il nous soit permis d'adresser à M. Tisserand, directeur de l'Observatoire, nos remercîments pour avoir mis une cave de cet Établissement à notre disposition.

» Voici le détail d'une culture en carrière, faite avec du *blanc de semis* (variété α). La meule est montée le 31 août, le blanc de semis introduit le 11 septembre. La récolte apparaît le 15 novembre; la meule est couverte de grains jeunes, disposés *en couronnes* autour des mises et d'une *manière uniforme*, sans places infertiles. Dans la suite, les champignons sortent *par volées*, environ tous les dix jours : première volée, $3^{kg},900$; deuxième, $8^{kg},300$; troisième, $5^{kg},050$; quatrième, $4^{kg},100$. Récolte totale pour 6^{m} de meules, $21^{kg},350$; récolte par mètre, $3^{kg},560$. Les dégâts dus à la môle sont négligeables ou nuls.

» Pendant ce temps, une meule fécondée avec du blanc fourni par un champignonniste, montée dans la même cave, à la même époque, faite avec du fumier identique et recouverte de terre d'origine semblable, a donné : récolte totale $13^{kg},100$ pour 17^{m} de meules; récolte par mètre, $0^{kg},770$.

» D'autre part, la même année ou les années précédentes, l'un de nous, en se servant de blanc de champignonniste ou de grainetier, dans la même cave, avait obtenu : meule de 24^{m} : récolte par mètre, 2^{kg}; meule de 4^{m} : récolte par mètre, $0^{kg},860$; meule de 8^{m} : récolte par mètre, $1^{kg},550$. Un blanc de grainetier a donné une récolte nulle.

» Dans les expériences qui précèdent, le blanc de semis développé en milieu stérilisé s'est donc montré supérieur au blanc ordinaire.

» Nous avons, de nos meules fertilisées avec du blanc de semis, extrait ou levé du *blanc de premier report*. Ce dernier nous a permis de lever du *blanc de deuxième report*. Voici quels ont été les résultats de ces nouvelles cultures.

» 1° *Blanc de premier report*. — En carrière : longueur de meule, 19^{m}; récolte par mètre, $3^{kg},250$. Sous un hangar : récolte par mètre, $5^{kg},050$. Dans une serre : récolte par mètre, $4^{kg},950$. Les récoltes sortaient par volées.

» 2° *Blanc de deuxième report*. — En carrière : récolte par mètre, $3^{kg},150$.

» En résumé, dans tous ces essais, la récolte obtenue par nous à l'aide de notre blanc α (blanc de semis en milieu stérilisé, blanc de premier report, blanc de deuxième report) a été supérieure à toutes celles que nous avons pu obtenir à l'aide du blanc fourni par les champignonnistes ou les grainetiers (1). Si nous n'avons pas expérimenté et cherché à établir des comparaisons avec le *blanc vierge* qu'emploient quelquefois les praticiens, c'est

---

(1) Nous avons obtenu des résultats analogues avec d'autres variétés. Quelques-uns de nos résultats cependant nous ont paru moins probants; il faut dire que cette expérience a été faite dans une cave mal aérée, avec du mauvais fumier. Les récoltes obtenues avec du blanc de semis ($1^{kg},900$, $1^{kg},300$ par mètre) n'ont été que très peu supérieures à celles fournies par du blanc ordinaire ($1^{kg},100$ par mètre, au maximum). Mais ce qui paraît bien montrer l'influence des mauvaises conditions de la culture, c'est que le blanc de report de ces blancs de semis a donné dans une serre bien aérée, sur du fumier normal, le plus fort rendement que nous ayons obtenu, $5^{kg},680$ par mètre.

que ce produit ne se trouve pas dans le commerce et que les champignonnistes qui ont réussi à s'en procurer ne le rétrocèdent jamais (1).

» *Deuxième série.* — Nous ne pouvions, par nous-mêmes, entreprendre des expériences plus vastes; nous nous sommes adressés, dans ce but, à des champignonnistes de profession. Un certain nombre d'entre eux ont heureusement bien voulu accepter d'essayer notre blanc dans leurs carrières. Au début, nous leur avons donné du blanc de premier report, que nous avions en plus grande quantité; dans la suite, et pour mieux les convaincre, nous leur avons donné du blanc de semis stérilisé ayant poussé sur des feuilles ou du fumier.

» Avec du blanc de premier report, provenant de notre variété α, un praticien a fertilisé 100^{m} de meules; sa récolte a été de 5^{kg} par mètre. D'autres personnes, expérimentant le blanc β, ne se sont pas astreintes à évaluer en kilogrammes la récolte obtenue, mais elles se déclarent très satisfaites.

» Nous avons distribué des mises de blanc de semis à un certain nombre d'industriels, et, en particulier, aux membres du Syndicat des champignonnistes de France. Les essais ont presque unanimement réussi (2) et les expérimentateurs nous en ont exprimé leur satisfaction. Tous ont été frappés de la rapidité avec laquelle le blanc se développait dans les meules. Pour donner une idée de l'amplitude des expériences, nous dirons que 100 mises ont servi à l'un d'entre eux à relever du blanc en quantité suffisante pour faire 250^{m} à 300^{m} de meules.

» M. Guilbaut-Mathieu, champignonniste de Lille, qui a fait jusqu'ici les essais les plus étendus, puisqu'il a opéré sur 500 mises, déclare que le blanc de champignon stérilisé issu de semis se comporte comme les meilleurs blancs vierges, qu'il s'acclimate, pour ainsi dire, aux caves par une première culture souterraine et qu'il donne à la seconde culture des résultats tout à fait favorables. »

---

(1) Le blanc vierge, toujours assez rare, se récolte presque exclusivement en automne. Il devient presque introuvable quand les conditions climatériques sont défavorables.

(2) Sur plus de 1000 mises distribuées, 20 seulement ont donné des résultats insuffisants.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mécanisme de la contraction musculaire.* Note de M. **A. Imbert**, présentée par M. d'Arsonval.

« M. d'Arsonval, dès 1878, en parlant des expériences de M. Lippmann, a invoqué les phénomènes dus à la tension superficielle des liquides pour expliquer les changements de forme et les modifications électriques des muscles pendant la contraction. Il a pu ainsi ramener à une même cause la contraction du protoplasma, l'oscillation négative et la décharge des poissons électriques. Il a schématisé cette théorie dans son muscle artificiel bien connu.

» En adoptant cette manière de voir et en poursuivant les déductions qui en découlent, on est conduit à établir, quant au mode de fonctionnement des fibres lisses et striées, des différences très caractéristiques dues à la constitution même de ces fibres, différences qui sont d'ailleurs en rapport direct avec les dispositions présentées par les deux catégories de fibres et la nature des effets que leur contraction doit produire.

» I. *Fibres lisses.* — En raison de leur homogénéité physique, la forme d'équilibre de chacune de ces fibres, abstraction faite des liaisons qui les réunissent aux tissus ambiants, est uniquement réglée par les effets de la tension qui existe à leur surface. Cette forme, la sphère, est par suite toujours la même, soit que l'on envisage la fibre au repos, soit qu'on la considère au moment où elle est soumise à l'influx nerveux qui, dans l'hypothèse adoptée, doit être considéré comme modifiant la tension à la surface de la fibre, modification analogue à celle que détermine, au contact du mercure et de l'eau acidulée dans la partie capillaire du tube de l'électromètre de Lippmann, un courant qui traverse cette partie de l'instrument.

» De cette identité des formes d'équilibre de la fibre lisse, soit à l'état de repos, soit à l'état d'activité, il résulte que de telles fibres ne peuvent produire d'effet utile que si elles ont été préalablement déformées par une cause étrangère, et cette déformation préalable constitue dès lors la caractéristique du mode de fonctionnement des fibres lisses.

» Or, chez l'homme et dans la série animale, on trouve toujours les fibres lisses disposées ou associées entre elles de telle sorte qu'elles puissent subir la déformation préalable nécessaire à la production d'un effet utile. En effet, ou bien ces fibres sont situées dans les parois d'une cavité (vessie, utérus, intestin) dans laquelle s'accumulent des matières

qui distendent ces parois et en déforment les fibres, ou bien ces fibres lisses sont distribuées en deux groupes antagonistes distincts qui peuvent se déformer mutuellement, l'un des groupes pouvant d'ailleurs être remplacé par un ligament élastique.

» Dans chaque cas, l'influx nerveux intervient, lorsque la déformation préalable est produite, pour augmenter la tension superficielle des fibres déformées qui peuvent dès lors se rapprocher de leur forme sphérique d'équilibre, sinon atteindre quelquefois cette forme et produire un effet utile (expulsion de liquides, etc.).

» II. *Fibres striées.* — La striation de ces fibres, qui se traduit, au point de vue physique, par un défaut d'homogénéité, substitue à la condition d'équilibre uniquement réglée par la forme (cas des fibres lisses) une autre condition d'équilibre absolument différente, condition en raison de laquelle un effet utile est produit en dehors de toute déformation préalable.

» En effet, en chaque point de la courbe qui limite le contact de deux disques successifs non identiques, il y a lieu de considérer trois forces, normales à cette courbe et constantes en tous les points de cette même courbe, savoir :

» 1° La tension superficielle F de la substance du disque inférieur;

» 2° La tension superficielle F′ de la substance du disque supérieur;

» 3° La tension superficielle F″ au contact de deux disques.

» Pour qu'il y ait équilibre, il faut et il suffit que la résultante de ces trois forces soit nulle, si le muscle ne soutient aucun poids, ou que l'ensemble de ces résultantes, considérées pour toutes les courbes limites des surfaces de contact des disques successifs, soit égal à la résistance, si le muscle effectue un travail.

» Toute variation dans l'intensité de l'influx nerveux aura d'ailleurs pour effet de modifier l'intensité des forces F, F′ et F″. Si les valeurs nouvelles de F, F′ et F″ sont proportionnelles aux valeurs primitives de ces mêmes forces, l'équilibre subsistera sans changement de forme, ce qui correspond au cas d'un muscle qui, sous un même raccourcissement, supporte des charges plus ou moins fortes. Lorsque, au contraire, les forces F, F′ et F″ ne varient pas proportionnellement, les disques se déformeront et le muscle s'allongera ou se raccourcira, jusqu'à ce que les directions nouvelles des forces F, F′ et F″ satisfassent, suivant le cas, à l'une ou à l'autre des conditions énoncées plus haut.

» Il y a donc, pour les fibres striées, une infinité de formes d'équilibre et un effet utile peut être produit par ces fibres en dehors de toute défor-

mation préalable. Ces résultats différencient nettement le mode de fonctionnement des fibres striées de celui des fibres lisses.

» III. *Création d'élasticité dans un muscle contracté.* — De ce qui précède résulte une conséquence dont l'accord avec la conception de M. Chauveau, relative à la création d'élasticité pendant la contraction musculaire, constitue un fait important à l'appui de notre théorie.

» Lorsque, en effet, on agit sur une fibre contractée pour modifier sa forme actuelle d'équilibre, la fibre tend à reprendre cette forme et résiste donc à la déformation, comme le fait tout corps élastique soumis à des actions déformantes. Or, il est facile de démontrer, dans notre théorie, que cette résistance à la déformation est d'autant plus grande que la charge supportée par la fibre est plus grande elle-même, fait que l'on peut exprimer en disant que la contraction musculaire se traduit par une création d'élasticité, conformément à la conception de M. Chauveau.

» Toutefois cette création de force élastique, ou plus exactement cette résistance à la déformation n'est pas due aux variations des actions moléculaires considérées dans toute la masse de la fibre, mais résulte, dans notre théorie, des seules modifications qui se passent à la surface. Or, si l'on conçoit difficilement qu'un excitant, quel qu'il soit, nerveux, électrique, etc., puisse rapidement et notablement changer les valeurs des forces moléculaires dans toute la masse d'un corps, on connaît, par contre, bien des faits qui montrent que la tension superficielle est notablement et rapidement modifiée par divers agents. »

M. d'Arsonval, en présentant la Note de M. Imbert, ajoute :

« La théorie électro-capillaire de la contraction que je soutiens depuis près de vingt ans commence à se répandre parmi les physiologistes ; elle a pour elle, depuis longtemps, l'opinion de la plupart des physiciens. M. Imbert montre quelles déductions on en peut tirer. Ces conséquences sont nombreuses, et parmi celles que j'ai signalées, dès le début, dans mes Cours du Collège de France, je crois bon d'insister sur la suivante.

» La théorie électro-capillaire explique notamment pourquoi la contraction de la fibre striée est de beaucoup plus rapide et plus énergique que celle de la fibre lisse. Cette différence est une conséquence de la théorie électro-capillaire résultant de la structure propre de ces deux espèces de fibres musculaires. Dans la fibre striée la matière protoplasmique contractile est divisée à l'infini par la striation ; la surface de contact,

par rapport au volume, est énorme et par suite les variations de la tension superficielle y sont rapides et multipliées. Il en est tout autrement pour la cellule constituant la fibre lisse. Dans cette dernière la surface est faible par rapport au volume, d'où lenteur et faiblesse de la contraction.

» La division de la matière protoplasmique est un artifice employé par la nature pour augmenter les effets électro-capillaires, et c'est pourquoi on retrouve le même procédé appliqué dans la constitution de l'organe électrique des poissons. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur le souffle électrique.* Note de M. **Henry Bordier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Le souffle électrique a pris, depuis quelques années, une grande importance parmi les méthodes utilisées en électricité médicale; mais l'on n'avait pas encore bien précisé les conditions physiques qui président à la production de ce phénomène.

» Je me suis demandé s'il n'était pas possible de déterminer expérimentalement comment varient, avec le signe de la pointe : 1° la surface impressionnée par le souffle; 2° l'intensité du vent; et quelle est l'influence de l'angle du cône servant de pointe sur la surface influencée.

» I. *Influence du signe de la pointe sur la grandeur de la surface impressionnée par le souffle.* — Pour étudier ce point intéressant, on ne peut pas utiliser l'effet sensitif produit par le souffle sur la peau. J'ai pensé à profiter de l'action de l'ozone, formée pendant le souffle, sur le papier amidonné ioduré. En plaçant une feuille de papier sensible perpendiculairement à la pointe, rendue tantôt positive, tantôt négative, on trouve qu'il y a une différence très nette entre les réactions colorées dues au souffle négatif et au souffle positif. A cause de l'instabilité de l'iodure d'amidon formé sur le papier, il est utile de photographier chaque feuille aussitôt après l'expérience.

» Si l'on a soin de placer chaque fois la surface sensible à la même distance de la pointe et de donner à la machine statique toujours la même vitesse, on constate que la zone circulaire bleue qui correspond au souffle négatif présente un diamètre plus petit, mais une teinte plus foncée que dans le cas du souffle positif; de plus, la teinte due au souffle positif va en se dégradant lentement vers la périphérie.

» Ces résultats indiquent que le faisceau formé par l'air électrisé est plus divergent lorsque la pointe est reliée au pôle positif que lorsqu'elle est reliée au pôle négatif, ou, ce qui revient au même, que la densité élec-

trostatique est plus grande, pour une même distance, dans le cas du souffle négatif que dans celui du souffle positif.

» Ces données expérimentales peuvent trouver leur application en électrothérapie, où l'on a employé jusqu'à aujourd'hui l'un ou l'autre souffle indifféremment.

» II. *Influence du signe de la pointe sur l'intensité du vent électrique.* — Pour évaluer l'intensité du vent produit, j'ai employé une sorte de pendule formé d'une tige rigide pouvant tourner facilement autour d'un axe horizontal et portant à sa partie inférieure une carte circulaire en papier. En dessous de la carte était placée une graduation en millimètres dont le zéro correspondait à la position d'équilibre du pendule : la pointe étant dirigée perpendiculairement vers le centre de la carte, il était facile de mesurer la distance à laquelle le souffle repoussait cette carte. La longueur de la tige était de 35^{cm}. Voici quelques nombres obtenus :

Expérience I. — Distance de la pointe à la carte			85^{mm}
	Recul de la carte.	Souffle négatif	50
		Souffle positif	30
Expérience II. — Distance de la pointe à la carte			55
	Recul de la carte.	Souffle négatif	90
		Souffle positif	60
Expérience III. — Distance de la pointe à la carte			35
	Recul de la carte.	Souffle négatif	110
		Souffle positif	55

» Ces résultats montrent nettement que le vent négatif a une intensité plus grande, toutes choses égales, d'ailleurs, que le positif. On peut constater directement que la pointe reliée au pôle négatif d'une machine statique souffle plus fortement que lorsqu'elle est reliée au pôle positif; il suffit de placer la main ou la face en avant de la pointe; c'est même là un moyen pratique de distinguer le signe des pôles d'une machine statique.

» III. *Influence de l'angle du cône formant la pointe sur la surface impressionnée par le souffle.* — J'ai employé comme réactif le papier ioduré amidonné. Les pointes qui m'ont servi pour ces expériences étaient construites avec une même tige de laiton ayant 9^{mm} de diamètre; les angles des cônes variaient de 9° à 8°30′.

» En plaçant la feuille de papier sensible toujours à la même distance, 6^{cm}, de la pointe reliée toujours au même pôle, le négatif, et en donnant à la machine exactement la même vitesse, on trouve qu'à mesure que l'angle de la pointe est plus petit, la zone circulaire teintée en bleu est aussi plus petite. C'est avec un angle voisin de 90° que la surface impressionnée atteint son diamètre maximum.

» On ne peut donc, d'après ces résultats expérimentaux, tenir pour exacte la loi formulée par Boudet de Paris [1] : « Le diamètre de la sur- » face influencée par la pointe est égal à une fois et demie la distance qui » sépare la pointe de cette surface », puisque la grandeur de cette surface dépend du signe de la pointe et de l'angle de cette pointe.

» Une conséquence pratique que l'on peut déduire de ces recherches, c'est qu'il y a intérêt, en Électrothérapie, à employer des pointes, non pas très effilées comme celles que construisent les fabricants, mais ayant, au contraire, un angle égal ou un peu supérieur à 90°. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la constitution et la structure de l'épine osseuse de la nageoire dorsale chez quelques Poissons malacoptérygiens.* Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Emile Blanchard.

« Les épines rigides qu'on observe, particulièrement à la nageoire dorsale, chez quelques Malacoptérygiens abdominaux, dans les groupes des Silures et des Cyprinoïdes, ont été généralement regardées par les zoologistes comme de même nature dans l'une et l'autre famille ; cependant elles présentent, à côté de très réelles analogies, des différences frappantes, et leur mode de développement est plus compliqué qu'on ne semble l'avoir admis jusqu'à présent. C'est ce que montre l'étude comparative de ces organes chez les *Synodontis* ou Schalls et chez la Carpe, dont il sera plus spécialement question dans cette Note.

» La partie fondamentale de l'épine dans ces différents Poissons est constituée par un axe ossifié affectant la forme générale d'un tube creux, légèrement conique, rempli par une matière pulpeuse, véritable substance médullaire, laquelle y pénètre par un trou situé en arrière et en bas, trou nourricier simple chez le Schall, plus ou moins divisé ou même double chez la Carpe. Une couche cutanée ténue, mais facile à reconnaître sur l'animal frais, enveloppe l'axe osseux et se prolonge au delà en une portion molle terminale, dans laquelle on distingue un certain nombre d'articles cartilagineux placés bout à bout, lesquels s'ossifient successivement, étant d'autant moins calcifiés qu'ils sont plus proches de l'extrémité libre.

» La constitution de l'organe se montre très différente dans l'un et l'autre type. L'épine chez la Carpe est double, résultant de l'union de deux demi-canaux qui, en s'accolant l'un à l'autre, constituent la cavité médullaire ; la duplicité existe également pour la portion molle, formée de

(1) *Électricité médicale*, p. 124.

deux séries d'articles, une droite, l'autre gauche. Le premier de ces faits était connu, mais a été à tort regardé souvent comme général pour l'ensemble de la classe des Poissons, car chez le *Synodontis* et nombre d'animaux analogues, l'axe et le prolongement mou sont simples, le premier d'une seule pièce; le second, d'une seule série d'articles.

» L'étude histologique confirme ces détails et fait, de plus, comprendre les relations de la portion articulée avec l'axe rigide, ce dernier tirant, pour la plus grande part, son origine de la première.

» Cuvier avait déjà fixé l'attention sur ce point important, que les épines dures des nageoires chez les Malacoptérygiens abdominaux, lorsqu'elles existent, retiennent quelque chose de la disposition typique des rayons mous, c'est-à-dire sont constituées d'articles placés bout à bout, se soudant les uns aux autres. Il est facile, sur une coupe longitudinale de l'axe rigide, aussi bien chez la Carpe que chez le Schall, de constater, en effet, l'existence de noyaux osseux, reconnaissables par la forme et la disposition des ostéoplastes, lesquels noyaux, étagés en série les uns au-dessus des autres, se soudent, s'unissent et par la calcification d'un tissu intermédiaire, et par l'adjonction de couches périphériques surajoutées à l'ensemble de la tige ainsi produite. Les noyaux et le tissu intermédiaire résultent de l'ossification successive des articles du prolongement mou et du tissu conjonctif qui les séparait, les couches périphériques sont fournies secondairement par l'enveloppe cutanée de l'axe; plus nombreuses à la base de celui-ci, elles manquent vers la pointe, laissant à découvert le dernier article soudé.

» Les articles du prolongement mou chez les *Synodontis*, ayant une forme rhomboédrique, étant de plus obliquement disposés et de telle sorte que l'angle antéro-inférieur de chacun d'eux dépasse la pointe de l'article précédent, il en résulte, lors de l'ossification, une série de denticules dirigés de haut en bas ; ce sont les serratures réclinées, indiquées chez beaucoup de Silures comme se rencontrant vers l'extrémité de l'épine à sa partie antérieure. Ces denticules disparaissent avec le temps, non par usure, ainsi qu'on a pu le croire, mais par suite du dépôt des couches secondaires de tissu osseux dont il vient d'être question. Les ostéoplastes ayant dans ces dernières une forme très allongée, en fissure, il est facile de les distinguer des éléments homologues du tissu primitif, ceux-ci étant fusiformes ou arrondis, et de suivre, sur la coupe longitudinale de l'axe osseux, le remplissage successif de l'angle placé au-dessous de chaque serrature. On constate, sous les dernières formées de celles-ci, la présence de couches recourbées, ce qu'indique clairement la direction correspondante des os-

téoplastes, lesquelles couches occupent le fond de l'angle, laissant encore reconnaître la denticulation saillante; plus bas l'angle rentrant finit par être totalement comblé, les couches secondaires de tissu osseux s'étendent dès lors en ligne droite sur toute la longueur de l'axe.

» Il ne faudrait pas confondre ces serratures réclinées avec la série de grosses dents, qui, chez certains Schalls, tels que le *Synodontis serratus*, occupent le bord antérieur de l'épine à partir de sa base. Leur origine est toute différente, car ces dents résultent d'un développement, spécial pour ces espèces, des couches secondaires osseuses, tandis que les serratures, on vient de le voir, proviennent de l'ossification primitive de l'axe (1). »

GÉOLOGIE. — *Sur le métamorphisme du Cambrien de la Montagne Noire.* Note de M. **J. Bergeron**, présentée par M. Fouqué.

« La région montagneuse qui s'étend de Castelnaudary à Lodève, suivant une direction nord-est-sud-ouest, est constituée par une masse de gneiss de forme sensiblement elliptique, autour de laquelle affleurent les terrains paléozoïques.

» Des études précédentes m'ont permis de reconnaître dans les assises qui entourent la région gneissique, les différents termes du Cambrien. Le Cambrien inférieur (Géorgien) est représenté par une épaisse série de calcaires blancs, gris bleu ou noirâtres dans lesquels se rencontrent, en certains bancs seulement, des *Archæocyathus* et des débris d'encrines; le Cambrien moyen (Acadien) est constitué par des schistes argileux renfermont des *Paradoxides*, des *Conocoryphe*, etc; enfin le Cambrien supérieur (Postdamien) est formé d'une épaisseur considérable de schistes jusqu'ici sans fossiles. Ces niveaux ont été affectés de plis synclinaux et anticlinaux, présentant tous la même orientation que le massif gneissique. Des érosions puissantes ont mis à nu dans ces différents plis jusqu'aux niveaux calcaires géorgiens, ce qui permet de suivre les plis anticlinaux, puisqu'ils sont jalonnés par des bandes calcaires.

» Sur les flancs nord et sud du massif gneissique, les plis dont je viens de parler sont alignés parallèlement à ce massif; mais, dans la partie nord-est de la bande de terrains anciens, on retrouve des plis intéressant encore toutes les assises cambriennes et qui sont orientés suivant la même

(1) Ces observations seront développées avec figures explicatives, dans un travail monographique sur les *Synodontis*, publié dans les *Archives du Muséum d'Histoire naturelle*.

direction que le gneiss; il en résulte qu'ils semblent aboutir au massif gneissique et s'y arrêter.

» Une étude, à la fois stratigraphique et pétrographique m'a permis de reconnaître que les roches cristallophylliennes de la Montagne Noire, qui semblent si différentes de celles de la série cambrienne, ne sont autres que ces mêmes roches métamorphisées.

» Voici les faits qui m'ont amené à cette conviction :

» Sur le versant méridional de la Montagne Noire, dans les environs du village des Verreries, se voient deux bandes calcaires correspondant à deux plis anticlinaux constitués par les assises cambriennes. Entre ces deux bandes, affleurent des schistes acadiens et postdamiens qui correspondent à un synclinal. Cette bande schisteuse passe au point désigné sous le nom de *signal de Saint-Bauzile*. Dans cette dernière région, les schistes potsdamiens offrent leur aspect ordinaire, mais à mesure que l'on s'avance vers l'ouest, en restant toujours entre les deux bandes de calcaire géorgien, on voit les schistes devenir d'autant plus sériciteux qu'on s'avance davantage vers l'ouest. En suivant toujours la même direction, on passe insensiblement des schistes à séricite aux schistes micacés, dans lesquels le mica noir prédomine et, enfin, aux gneiss. En même temps, les calcaires disparaissent *sous* les schistes à séricite. Ce changement d'aspect et de nature des schistes ne peut s'expliquer que par le métamorphisme des termes supérieurs de la série cambrienne.

» Ce métamorphisme des schistes peut s'observer encore en bien d'autres localités, sur les deux versants de la Montagne Noire. Je ne citerai que les points où les faits sont le plus nets. A Raspailhac, au N.-O. d'Olargues, on peut voir des bandes de gneiss se former au milieu de schistes micacés par adjonction locale de feldspath. Au sud de Massaguet, les grès postdamiens deviennent des leptynites au milieu des gneiss résultant de la feldspathisation des schistes du même âge.

» Les faits les plus intéressants que j'aie relevés relativement au métamorphisme du Cambrien concernent les calcaires géorgiens.

» Dans la région nord-est, les bandes cambriennes se continuent à l'intérieur de ce massif, et ce sont les mêmes couches cambriennes qui se sont transformées en micaschistes et en gneiss. En quelques points il est facile de suivre les modifications subies par les calcaires géorgiens.

» Un peu à l'ouest de Murat-sur-Vère, au niveau du village du Causse, se montre un pointement de calcaire dolomitique. Cet affleurement fait partie d'un anticlinal intéressant toutes les assises cambriennes. Si on suit ce pli vers le sud-ouest, on voit le calcaire disparaître sous des schistes

à séricite, auxquels succèdent, toujours dans la même direction, des schistes micacés puis enfin des gneiss. Toute la série métamorphique présente une altitude bien supérieure à celle de l'affleurement calcaire qui d'ailleurs a disparu sous elle. Mais dans la vallée du ruisseau de Viau, un peu au nord de Nages, les érosions ont attaqué la série gneissique, et au fond de la vallée, apparaissent des affleurements calcaires peu étendus qui sont dans le prolongement du pointement du Causse. Ils m'ont fourni de très beaux exemplaires de cornes vertes : les unes sont à pyroxène, les autres à épidote, d'autres enfin sont à amphibole. Ce sont des types tels que M. Michel Lévy en a décrit dans le Beaujolais, en Auvergne et en Normandie. On voit se former dans ces calcaires modifiés de grands cristaux polysynthétiques d'amphibole et de pyroxène.

» Il est d'autres gisements de calcaires et de cornes vertes isolés au milieu des gneiss, par exemple aux environs de la Salvetat, ainsi qu'à Fraisse; mais ils correspondent encore à des bandes dirigées nord-est-sud-ouest et se rattachent par leur direction à des calcaire géorgiens situés en dehors du massif gneissique.

» D'autre part, il existe dans celui-ci quelques rares affleurements d'amphibolite : sous le village de Salles, près du pont de l'Arn, à Fontbruno; si l'on prolonge leur direction, elle va passer par des bandes calcaires. C'est encore dans le prolongement de bandes calcaires que se montre le massif dioritique de Lamontélarié qui paraît être constitué par un point de métamorphisme maximum. C'est donc à un métamorphisme des calcaires géorgiens qu'il faut attribuer les roches pyroxéniques et amphiboliques de la Montagne Noire.

» Les faits que je viens de rapporter ont une certaine importance, puisqu'ils permettent d'établir l'âge géologique de la série métamorphique de cette dernière région. Mais ils présentent encore un intérêt d'ordre plus général. En effet, la série métamorphique de la Montagne Noire étant d'âge cambrien, il en est de même pour la série des Cévennes qui lui est identique et qui se trouve dans son prolongement vers le nord-est.

» De plus, au nord de la Montagne Noire s'étend une vaste région qui se relie directement au Plateau central de la France et où affleurent des gneiss, des amphibolites, des pyroxénites, des micaschistes, des schistes à séricite, des calcaires, enfin des schistes semblables à ceux du Potsdamien. Peut-être y aurait-il là tous les termes du Cambrien et même leur substratum?

» Ce fait éclairerait une question de Paléontologie jusqu'ici fort obscure. On rencontre dans le cambrien de la Bohême quelques formes de trilobites

venant de la région méditerranéenne. Si, comme on l'admettait jusqu'ici, le Plateau central était de formation plus ancienne que le Cambrien, il n'avait pu y avoir, à l'époque cambrienne, de communication facile entre la région du Languedoc et celle de la Bohême; tandis que si la mer cambrienne a occupé la région du Plateau central, et si c'est après le dépôt du Cambrien que le métamorphisme s'est produit, il a pu y avoir libre communication, à cette dernière époque, entre la Bohême et le Languedoc et, par suite, apparition de quelques formes de la faune chaude au milieu de la faune froide qui est cantonnée dans la région septentrionale et médiane de l'Europe. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la mesure de l'intensité des parfums appliquée aux recherches biologiques* (¹). Note de M. **Eugène Mesnard**.

« Dans mes précédentes recherches sur le Mode de formation des essences dans les végétaux (²), j'ai fait remarquer que, même chez les fleurs les plus irrégulières, comme celles des Orchidées, par exemple, on retrouve presque toujours les lois biologiques qui semblent régler, dans tous les cas, la répartition des parfums dans les tissus des plantes odoriférantes, et j'ai expliqué comment les variations périodiques que l'on a observées, dans le dégagement des odeurs par ces plantes, peuvent dépendre des alternances du jour et de la nuit.

» Les observations suivantes me paraissent de nature à éclairer davantage la question.

» 1° *Augmentation d'intensité du parfum par simple attouchement.* — Sur le pont du yacht *Corsaire*, à bord duquel j'étais passager, il y a quelques mois, se trouvait un superbe pied de Basilic (*Ocimum basilicum*) acheté à Messine. La plante, fréquemment arrosée à l'eau douce, offrait toutes les apparences d'une santé florissante, attestée par le développement considérable du parenchyme vert, riche en sève, des feuilles et des tiges.

» Les conditions extérieures étaient particulièrement favorables : nous traversions la baie de Naples; la mer était très calme et le ciel, d'une pureté extrême, semblait, à l'horizon, se confondre avec la mer en produisant de curieux effets de mirage; la température, très élevée, atteignait 37° et 38° dans la journée; la pression barométrique (762^{mm}) était invariable depuis plusieurs jours.

(¹) Laboratoire de Biologie de l'École supérieure des Sciences de Rouen.

(²) E. Mesnard, *Recherches sur le mode de production du parfum des fleurs* (*Comptes rendus*, 21 novembre 1892). *Sur le parfum des Orchidées* (*Comptes rendus*, 6 mars 1893). *Sur la formation des essences dans les végétaux* (*Annales des Sciences naturelles*, 1894).

» Ce Basilic se montrait particulièrement sensible le soir, après le coucher du Soleil, et le matin de très bonne heure. Il suffisait alors de toucher légèrement, avec la main ou avec une baguette, la face supérieure des feuilles d'un rameau, pour percevoir aussitôt comme un jet intense de vapeurs odorantes. En même temps que le dégagement d'odeurs se produisait, on pouvait observer que le limbe des feuilles s'incurvait imperceptiblement vers le haut.

» L'expérience ne réussissait que très imparfaitement lorsqu'on touchait la face inférieure des feuilles. D'ailleurs on ne pouvait exciter plus de deux ou trois fois de suite un même rameau.

» L'observation microscopique m'a montré que l'essence se trouvait principalement localisée dans l'épiderme et dans le tissu palissadique de la face supérieure des feuilles. La surface, dépourvue de poils glandulaires, montrait cependant, çà et là, de petites dépressions assez profondes, au milieu desquelles se trouvait un petit poil glandulaire, à tête arrondie, et qui renfermait de l'essence.

» Or, dans le contact de la main, aucune cellule, aucun poil glandulaire ne pouvait être ouvert violemment ; j'ai été conduit, par suite, à admettre que l'augmentation d'intensité de l'odeur était due à une contraction des cellules de la face supérieure du limbe des feuilles placées, fort à propos, dans des conditions qui leur assuraient la vitalité et la souplesse désirables. L'expérience ne pouvait réussir dans le jour, sans doute parce que le protoplasma cellulaire se trouvait déjà à demi contracté sous l'influence des radiations lumineuses.

» J'ai obtenu, d'autre part, quoique avec moins de netteté, un phénomène analogue sur une sommité fleurie d'Héliotrope; mais les conditions extérieures n'étaient plus aussi favorables.

» 2° *Augmentation d'intensité du parfum par l'action des radiations solaires.* — Dans une autre série d'expériences, deux pieds de Tubéreuse (*Polyanthes tuberosa*) étaient mis en observation; l'intensité du parfum était mesurée à l'aide d'un comparateur d'odeurs d'une forme spéciale[1]. L'une des plantes servait de témoin ; l'autre était recouverte d'un écran noir qui interceptait la lumière; toutes les autres conditions restaient égales d'ailleurs.

» A un moment donné, l'écran ayant été brusquement enlevé, j'ai constaté que l'intensité du parfum, mesurée de cinq en cinq minutes, augmentait rapidement et dans des proportions considérables, pour diminuer au bout de quinze à vingt minutes, avant de reprendre une intensité moyenne pour la journée, moins élevée que celle du matin et du soir. Des expériences faites, d'autre part, sur des essences isolées, ne m'ont jamais montré une variation d'intensité aussi soudaine.

» Ce fait singulier ne peut également s'expliquer que par une contrac-

---

[1] E. Mesnard, *Appareil nouveau pour la mesure de l'intensité des parfums Comptes rendus*, 19 juin 1893).

tion du protoplasma cellulaire, très sensible à la lumière, et capable d'exercer une véritable compression sur les cellules épidermiques des pétales qui renferment le parfum.

» Les fleurs d'Héliotrope ont fourni des résultats analogues; les Roses n'ont rien donné d'appréciable.

» Il serait facile de citer des exemples, choisis dans la série animale, pour montrer comment les organismes impressionnés peuvent réagir en donnant, soit une odeur différente, soit une odeur plus forte que celle qu'ils dégagent en temps ordinaire.

» *En résumé*, le simple attouchement, tout comme l'action brusque des radiations solaires sur les plantes odoriférantes, provoque, dans certains cas, une augmentation d'intensité très notable dans le dégagement du parfum, et ce phénomène ne peut s'expliquer autrement que par une contraction du protoplasma cellulaire, facilement irritable, contraction capable d'exercer une véritable compression sur les cellules de la surface du limbe de la feuille ou des pétales odoriférants. Cette notion me semble devoir éclairer la question encore si obscure de la périodicité dans le dégagement des odeurs chez certaines plantes; elle paraît pouvoir s'étendre à un plus grand nombre d'observations, d'ordre biologique. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Fixation de l'acide tannique et de l'acide gallique par la soie*. Note de M. **Léo Vignon**.

« On sait que la fixation du tannin et des composés tanniques par la soie est utilisée fréquemment en industrie pour déterminer la teinture ou la charge de ce textile. J'ai étudié le mécanisme de cette fixation et, comme l'acide gallique accompagne fréquemment l'acide tannique, les expériences ont porté sur l'absorption de ces deux acides par la soie.

» Le tannin à l'éther extrait de la noix de galle, l'acide gallique pur, ont servi de point de départ aux essais; le tannin employé renfermait 85,2 d'acide tannique [1].

» Des écheveaux de soie décreusée, de poids connus, ont été immergés dans des solutions d'acide tannique et d'acide gallique, purs ou mélangés, de concentration variable, dans des conditions déterminées de temps et de température. Pour mesurer l'intensité de la fixation, on a pris les précautions suivantes :

---

[1] D'après dosage par la méthode Sisley.

» On a d'abord déterminé, par des expériences préliminaires, les proportions moyennes d'humidité absorbée par la soie décreusée pure et par la soie décreusée ayant fixé de l'acide gallique ou de l'acide tannique. On a pu ramener ainsi les poids constatés aux poids absolus. On a trouvé, par exemple, que la soie renfermant 25 pour 100 de tannin absorbe moins d'eau (0,50 pour 100) que la soie décreusée pure.

» Après immersion, les flottes ont été retirées des bains, essorées et pesées, puis séchées à la température ordinaire et pesées à nouveau. On a déduit, de l'augmentation du poids de la soie sèche avant et après immersion, le poids d'acide provenant de l'évaporation des poids de solution absorbés par la soie décreusée. Il a été possible de déterminer ainsi les poids réellement fixés par la soie.

» Voici les résultats obtenus :

I. — Fixation d'acide tannique et d'acide gallique purs ou mélangés a différents états de concentration.

Poids moyen des échantillons de soie...	1^{gr}	Volume des bains.....	250^{cc}
Durée d'immersion	3 heures	Température.........	80°

a. Bains à 10^{gr} par litre.

	Par litre.	Fixation pour 100 du poids de la soie.	
	gr		
Acide gallique..............	10	0	0
Acide tannique.............	10	18,25	17,67
Mélange { Acide gallique.....	5	14,73	14,82
Mélange { Acide tannique....	5		

b. Bains à 20^{gr} par litre.

Acide gallique..............	20	1,35	1,77
Acide tannique.............	20	23,54	23,49
Mélange { Acide gallique.....	10	17,26	17,52
Mélange { Acide tannique....	10		

c. Bains à 40^{gr} par litre.

Acide gallique..............	40	7,32	7,79
Acide tannique.............	40	24,10	26,38
Mélange { Acide gallique.....	20	22,62	22,00
Mélange { Acide tannique....	20		

d. Bains à 60^{gr} par litre.

Acide gallique..............	60	7,89	6,87
Acide tannique.............	60	24,13	26,69
Mélange { Acide gallique.....	30	22,59	21,96
Mélange { Acide tannique....	30		

» On a recherché ensuite l'influence du temps sur la fixation de l'acide tannique seul en opérant à la température de 80°.

II. — Fixation d'acide tannique a la température de 80°, pour des concentrations et des temps différents.

Poids moyen des échantillons de soie... 1gr. Volume des solutions. 250cc.

			Durée d'immersion.....	1 heure.	2 heures.	3 heures.
Acide tannique.	20gr	par litre.	Fixation pour 100 du poids de la soie.	10,55	18,09	21,33
»	80	»		12,44	21,02	24,06

» Le temps demeurant constant, on a fait varier la température et obtenu :

III. — Fixation d'acide tannique pour des concentrations et des températures différentes, pour trois heures de contact.

Poids moyen des échantillons de soie... 1gr. Volume des solutions. 250cc.

			Températures..........	20°.	40°.	60°.	80°.
Acide tannique.	20gr	par litre.	Fixation pour 100 du poids de la soie.	5,38	6,01	20,26	21,83
»	80	»		13,75	14,51	24,55	24,65

» On constate que les flottes de soie chargées ont pris des colorations faiblement roussâtres, d'autant plus accentuées que la fixation a été plus forte. Cependant, à fixation égale, on trouve que la concentration colore plus que le temps, et que, pour la même concentration, à fixation égale, la température augmente la coloration.

» Ces expériences nous conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° La soie décreusée est capable de fixer de l'acide gallique et de l'acide tannique;

» 2° La fixation de l'acide gallique à la température de 80°, sensiblement nulle pour les bains à 1 pour 100, peut atteindre 7 à 8 pour 100 du poids de la soie, pour les bains à 4 pour 100;

» 3° Le tannin est absorbé par la soie dans des proportions beaucoup plus considérables que l'acide gallique. Le temps, la température, la concentration des liqueurs facilitent l'absorption du tannin, jusqu'à un point de saturation qui paraît être fixé à 25 pour 100 du poids de la soie;

» 4° Si l'on fait agir de la soie sur une solution renfermant des quantités égales d'acide tannique et d'acide gallique, l'acide gallique ne paraît pas fixé : le poids de matière fixé par la soie correspond à la concentration de la liqueur en acide tannique.

» Ces résultats peuvent être utilisés pour la critique des méthodes de

dosage du tannin dans les matières employées pour la teinture et la charge des soies. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 novembre 1895.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Novembre 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 fasc. in-8°.

Note résumée sur le jaugeage des tonneaux, par M. Jasseron, Sous-Intendant militaire. (Extrait de la *Revue du Service de l'Intendance*.) Paris, Charles Lavauzelle, 1895; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Resal.)

Histoire de la vaccine, de la variole et de la sérothérapie, par M. A. Boudard. Marseille, 1895; 1 br. in-12.

Influence des traces de certaines substances sur les mouvements et aspects de la surface de l'eau. Filage de l'huile, par M. Charles Ritter. Paris, V[ve] Ch. Dunod et P. Vicq, 1895, br. gr. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire. N° 21. 15 novembre 1895. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Revue clinique d'Andrologie et de Gynécologie. N° 8. 15 novembre 1895. Paris, Ch. Schlæber; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. 1895. Mai. Saint-Pétersbourg; 1 fasc. in-4°.

Geological Survey of the State of New-York. Palæontology. Volume VIII; Albany, Ch. Van Benthuysen and sons, 1894; 1 vol. in-4°.

Kongliga svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Ny följd. Fjugusjette Bandet. Stockholm, 1894-1895; in-4°.

Considerazioni e proposte per la cattedra di Mineralogia nell' Universita di Pavia, per i professori Adolfo Bartoli, Ernesto Pascal, Carlo Somigliana. Pavia, 1895; 1 br. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 2 décembre 1895.)

Note de M. *Moissan,* Sur la présence du sodium dans l'aluminium préparé par électrolyse :

Page 794, ligne 16, *au lieu de* Newhausen, *lisez* Neuhausen.
Page 796, ligne 34, *au lieu de* 4 pour 100, *lisez* 0,4 pour 100 de sodium.

Note de M. *Floquet,* Sur l'équation de Lamé :

Pages 805, 806, 807, 808, *au lieu de* $\mathcal{G}$, *lisez* partout ζ (fonction zêta de Weierstrass).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 DÉCEMBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Note sur un théorème de Géométrie;* par M. J. **Bertrand.**

« Ce théorème, démontré déjà deux fois, dans les deux précédentes séances, par M. Adam et par M. Goursat, est relatif aux systèmes de surfaces que ces deux géomètres nomment *système de Lamé,* qu'ils feraient mieux de nommer *système de Dupin,* et beaucoup mieux encore, comme le faisait Lamé, *système triple orthogonal.*

» La démonstration très simple de M. Goursat peut être rendue plus simple encore :

» Soit S la surface cherchée, qui, en se déplaçant sans changer de forme, fait naître une série de surfaces appartenant à un *système triple orthogonal.*

» Nommons A un point de cette surface, AN la normale en A, et donnons à la surface une translation arbitraire parallèle à AN. La ligne AN, trajec-

toire orthogonale du système engendré, est l'intersection de deux surfaces appartenant respectivement aux deux autres systèmes, et l'une de ces surfaces est le lieu des lignes de courbure passant par ces points d'intersection. Ce lieu est évidemment engendré par la ligne de courbure de S passant en A, pendant la translation parallèle à AN. Pour que ce lieu coupe orthogonalement la surface S, il faut que la parallèle à AN, en chaque point de la ligne de courbure, soit située dans la section normale principale de la surface S; et, comme le point A a été choisi arbitrairement, toutes les normales aux différents points de la ligne de courbure sont parallèles à un même plan; formant une surface développable, elles sont dans un même plan, et la ligne de courbure est plane; son plan, de plus, coupe la surface sous un angle droit.

» La surface S est donc telle que les lignes de courbure de l'un et l'autre système sont dans des plans qui coupent la surface à angle droit.

» Si l'on représente sur une sphère les points de S, en prenant pour image de chacun d'eux le point où la parallèle à la normale menée par le centre rencontre la sphère, les lignes de courbure seront toutes représentées par des grands cercles de la sphère, qui devront se couper à angle droit. Or, les grands cercles normaux à un grand cercle donné passent par les pôles de ce grand cercle, et ne peuvent en couper normalement aucun autre.

» La condition obtenue est donc contradictoire, et la seule exception se produit lorsque la surface S étant une sphère, les lignes de courbure sont indéterminées.

» Le cas des surfaces développables devrait être traité à part; mais il ne présente aucune difficulté. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Composition des farines et issues fournies par la mouture aux cylindres des blés tendres et des blés durs;* par M. **Aimé Girard.**

« Au cours des années 1894 et 1895, j'ai eu l'occasion d'étudier le travail de la mouture des blés dans des conditions de précision qui, jusqu'ici, ne s'étaient pas rencontrées.

» Pour établir les types de farines, destinés à l'apurement des comptes d'admission temporaire de blé, une Commission avait été, le 9 février 1894, instituée sous la présidence de M. le Ministre du Commerce. Dès le

début de ses travaux, celle-ci confiait à une Sous-Commission prise dans son sein l'étude technique de la question. Jusqu'alors, les types avaient été formés à l'aide d'échantillons choisis dans le Commerce; mais, dans la circonstance actuelle, il a paru nécessaire de les former à l'aide des produits successifs fournis par des moutures industrielles, exécutées aux cylindres, sous la surveillance de la Commission. Appelé par mes Collègues à la présidence de cette Commission, j'ai dû, avec leur concours, organiser et diriger ces moutures.

» Trois industriels distingués, M. Loir et M. Vaury, à Paris, M. J. Maurel, à Marseille, interrompant pendant plusieurs jours leur travail régulier, ont, à titre gracieux, mis leurs moulins à la disposition de la Commission; les deux premiers devaient moudre : l'un, 150^{qx}, l'autre 200^{qx} de blé tendre; le troisième, 100^{qx} de blé dur.

» Les blés choisis pour ces moutures ont été achetés, à Marseille, par la Direction générale des Douanes; le blé tendre comprenait un mélange de 75 pour 100 de blé d'Irka, 15 pour 100 de blé du Danube, et 10 pour 100 de blé de Bourgaz; tous trois pesaient 75^{kg} à l'hectolitre; le blé dur était un blé de Russie, du poids de 77^{kg} à l'hectolitre.

» Les deux moutures sur blé tendre ont eu lieu à Paris, au mois de juillet 1894; la mouture sur blé dur a eu lieu, à Marseille, au mois de décembre de la même année.

» A l'origine de chaque mouture, le moulin était vidé à fond; à la sortie de chaque appareil ou de chaque batterie d'appareils, les produits étaient recueillis en totalité et pesés; la mouture achevée, enfin, le moulin était vidé à nouveau.

» Dans ces conditions, la Commission a pu, tant à Marseille qu'à Paris, établir avec précision le pourcentage des farines et des issues de qualité différente fournies par chacune des opérations successives que la mouture aux cylindres comprend. La détermination de ce pourcentage constituait déjà un résultat important, mais il m'a semblé, que, en face de produits si nettement définis sous le rapport de la quantité, il y avait mieux encore à faire, et qu'il serait intéressant d'en établir la composition chimique et la valeur boulangère.

» Semblable étude n'avait pu jusqu'ici être faite; à la vérité, M. Balland, dans un important Mémoire publié en 1884 (1), avait déjà appelé l'attention sur la composition de la farine et des issues débitées par les

(1) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 5 série, t. IX.

divers engins de meunerie; mais c'est en cours de moutures continues, sans détermination de la proportion relative de chaque produit que les échantillons avaient été prélevés.

» Dans les circonstances où je me trouvais placé, la pesée de chacun des produits successifs fournis par une mouture indépendante, devait permettre d'établir l'équation du travail; ainsi qu'on devait s'y attendre, d'ailleurs, les résultats que j'ai obtenus confirment ceux que M. Balland avait fait connaître.

» L'étude de ces produits successifs a compris d'abord, et comme de coutume, la détermination du degré d'humidité, de la richesse en gluten sec, de l'acidité, de la teneur en matières grasses et en matières minérales; puis, dans chacun d'eux, j'ai dénombré, par le procédé que j'ai récemment décrit, les débris d'enveloppe et de germe que le blutage y avait laissés.

» Enfin, pour donner aux conclusions de ces recherches la sanction de la pratique, j'ai prié l'un de mes collègues, M. Lucas, Directeur de la Commission des farines Douze marques de Paris, de faire pétrir et cuire tous ces produits, à l'exception des issues, bien entendu.

» Les résultats fournis par ces divers modes d'appréciation sont réunis ici, dans trois Tableaux où figurent en outre, à la colonne de gauche, les nombres indiquant la proportion centésimale de chaque produit de la mouture.

» Ces Tableaux apportent au meunier des enseignements singulièrement intéressants pour la conduite de ses moutures.

» En premier lieu, ils établissent avec netteté que, dans la série des produits successifs que son outillage lui fournit, existe un point critique auquel correspond un changement brusque de composition et de valeur boulangère de ces produits.

» Si, par exemple, on étudie la mouture sur blé tendre faite chez M. Vaury, on voit, dès la fin du convertissage, alors que les cylindres serrent de plus près les gruaux vêtus, ce changement se déclarer, pour aussitôt après, avec la farine du cinquième broyage, prendre une importance telle que l'acidité passe de 0,009 à 0,032 pour 100, que la proportion de matières grasses s'élève de 1,09 à 1,85 pour 100, la proportion de matières minérales de 0,49 à 1,03 pour 100. Ce changement n'a pas lieu de surprendre, d'ailleurs, si l'on considère que, dans 1^{gr} de farine, on trouve pour le produit du neuvième convertisseur, 13700 débris actifs seulement, alors que pour le produit du cinquième broyeur le nombre s'en élève à 35000.

MOUTURE SUR BLÉ TENDRE.

Résultats obtenus au moulin de M. Vaury (200 quintaux).

Pourcentage.	Désignation des produits.	Humidité.	Gluten sec.	Acidité en acide sulfurique.	Matières grasses.	Matières minérales.	Débris dans 1gr de farine inactifs.	Débris dans 1gr de farine actifs.
52,30	Farine de 1er jet [1]	13,40	11,37	0,009	0,96	0,44	9 400	1 800
2,75	» du 5e convertisseur	13,02	11,41	0,014	1,08	0,43	2 700	7 100
4,95	» des 6e, 7e et 8e convert.	13,07	11,92	0,014	1,07	0,44	3 400	7 500
9,85	» du 9e convertisseur	12,84	12,49	0,009	1,09	0,49	6 200	13 700
60,85								
3,02	» du 5e broyeur	12,88	16,60	0,032	1,85	1,03	33 800	35 200
1,53	» de brosse	12,74	12,61	0,054	2,58	1,64	39 000	58 000
3,65	» 2e et 3e (bise)	12,75	11,50	0,042	2,22	1,27	»	»
1,38	» de fin de mouture	12,60	non extractibles.	0,049	2,55	1,43	»	»
1,82	Remoulages blancs	12,67		0,022	1,61	1,23	»	»
	» bis	12,46		0,037	2,50	1,79	»	»
22,45	Recoupettes et sons	12,22	»	0,039	3,49	5,47	»	»
4,92	Déchets du nettoyage	»	»	»	»	»	»	»
0,37	Perte à la mouture	»	»	»	»	»	»	»
100,00								

Qualité des pains obtenus de ces différents produits.

52,30	Farine de 1er jet [1]	Bien développé, nuance un peu rabattue, croûte jaune clair.
2,75	» du 5e convertisseur	Bien développé, belle nuance, croûte jaune d'or.
4,95	» des 6e, 7e et 8e convert.	Très bien développé, nuance la plus fine, croûte jaune d'or.
0,85	» du 9e convertisseur	Bien développé, la nuance fléchit un peu.
60,85		
3,02	» du 5e broyeur	Peu développé, nuance grise, mie courte et grasse.
1,53	» de brosse	Mal développé, nuance brune, mie grasse.
3,65	» 2e et 3e (bise)	Très mal développé, nuance brune, mie grasse.
1,38	» de fin de mouture	Mal développé, nuance brune, mie grasse.

---

[1] Dans ce moulin, la farine de 1er jet comprend les produits des quatre premier broyeurs et ceux des quatre premiers convertisseurs.

MOUTURE SUR BLÉ TENDRE.

Résultats obtenus au moulin de M. Loir (150 quintaux).

Pourcentage.	Désignation des produits.	Humidité.	Gluten sec.	Acidité en acide sulfurique.	Matières grasses.	Matières minérales.	Débris dans 1gr de farine: inactifs.	Débris dans 1gr de farine: actifs.
32,20	Farine de 1er jet............	13,02	11,81	0,015	1,19	0,54	4 200	8 500
13,00	» du 1er convertisseur....	13,38	11,77	0,007	0,98	0,41	2 700	11 500
5,50	» du 2e »	13,07	10,18	0,010	0,99	0,44	2 900	10 100
7,30	» du 3e »	12,93	11,82	0,007	1,00	0,39	4 200	22 000
3,70	» du 4e »	13,13	12,44	0,010	1,09	0,45	3 800	30 000
61,70								
4,00	» du 5e »	12,71	11,80	0,012	1,22	0,64	7 400	31 200
65,70								
5,20	» de brosse............	12,46	12,60	0,039	2,53	1,11	28 000	32 800
	» bise................	12,75	11,50	0,069	4,17	2,25	37 000	118 000
	» de fin de mouture.....	11,89	non	0,042	2,22	1,27	»	»
1,72	Remoulages blancs..........	12,36	extrac-	0,054	3,13	2,09	»	»
3,77	» bis.............	11,97	tibles.	0,078	4,25	3,71	»	»
19,90	Recoupettes...............	12,01	»	0,079	4,54	4,82	»	»
	Sons....................	12,42	»	0,037	3,50	5,44	»	»
3,10	Déchets du nettoyage........	»	»	»	»	»	»	»
0,51	Perte à la mouture..........	»	»	»	»	»	»	»
100,00								

Qualité des pains obtenus de ces différents produits.

32,20	Farine de 1er jet............	Bien développé, nuance un peu rabattue, croûte jaune clair.
13,00	» du 1er convertisseur....	
5,50	» du 2e »	Bien développé, nuance satisfaisante, croûte jaune d'or.
7,30	» du 3e »	
3,70	» du 4e »	Bien développé, nuance moins fine, croûte jaune moins vif.
61,70		
4,00	» du 5e »	Mal développé, nuance mate et terne, mie courte et grasse.
65,70		
5,20	» de brosse............	Mal développé, nuance brune, mie très grasse.
	» bise................	Très mal développé, nuance brun foncé, mie très grasse.
	» de fin de mouture.....	Très mal développé, nuance brune, mie très grasse.

MOUTURE SUR BLÉ DUR.

Résultats obtenus au moulin de M. Maurel (100 quintaux).

Pourcentage.	Désignation des produits.	Humidité.	Gluten sec.	Acidité en acide sulfurique.	Matières grasses.	Matières minérales.	Débris dans 1gr de farine inactifs.	Débris dans 1gr de farine actifs.
25,86	Farine de Minot extra........	13,55	12,36	0,017	1,44	0,84	5 300	9 600
5,57	» du 7e convertisseur....	13,21	13,97	0,015	1,20	0,76	10 400	24 600
11,01	» de Minot D...........	13,46	14,45	0,018	1,39	0,84	12 300	36 300
7,69	» du 8e convertisseur....	13,26	14,42	0,019	1,48	0,85	7 600	24 400
7,98	» de Minot D2..........	13,55	14,29	0,022	1,67	1,00	11 200	20 800
58,11								
11,89	» de Minot M..........	13,21	14,81	0,025	1,85	1,22	12 400	51 600
70,40								
0,17	» du 6e broyage........	13,68	17,22	0,084	2,84	2,27	63 000	75 000
0,23	» du 1er »	14,09	non ex-	0,051	2,23	2,87	»	» (1)
7,75	» BD4................	13,22	tractibles.	0,078	3,39	2,40	»	» (1)
10,14	Repasses....................	12,84	»	0,081	4,82	4,97	»	»
7,41	Sons........................	14,04	»	0,098	5,40	4,72	»	»
5,66	Déchets du nettoyage........	»	»	»	»	»	»	»
1,85	Gain par mouillage..........	»	»	»	»	»	»	»
101,85								

Qualité des pains obtenus avec ces produits.

25,86	Farine de Minot extra........	Mal développé, nuance légèrement grise, croûte brune.
5,57	» du 7e convertisseur....	Mieux développé, bonne nuance, croûte brune.
11,01	» de Minot D...........	Mieux développé, nuance jaunâtre, croûte brune.
7,69	» du 8e convertisseur....	Assez développé, nuance devient terne, croûte brune.
7,98	» de Minot D2..........	Mal développé, nuance grise, mie grasse et courte.
58,11		
11,89	» de Minot M...........	Mal développé, nuance brun clair.
70,40		
0,17	» du 6e broyage.........	Pas développé, nuance brune.
0,23	» du 1er »	Absolument plat, nuance brun foncé.
7,75	» BD4.................	Absolument compact, nuance brun foncé.

(1) Les débris deviennent tellement abondants qu'il est impossible de les dénombrer; on se décide à les sécher et à les peser ensuite; leur poids pour 10gr de farine = 1gr,505, soit 15,05 pour 100; d'après le poids des débris contenus dans la farine supérieure et qui ne dépasse pas $\frac{2}{1000}$, ce chiffre doit correspondre à 450000 ou 500000 débris par gramme de farine.

» L'action de ces débris, dont le changement brusque de composition permettait de prévoir l'existence est rendue évidente par l'examen des pains préparés au laboratoire-boulangerie de M. Lucas; avec la farine du neuvième convertisseur, la nuance du pain, fine et belle jusqu'alors, commence à fléchir et la farine du cinquième broyeur ne donne plus que des pains mal développés, déjà compacts, de nuance grise, dont la mie courte et grasse fait boule entre les doigts, un pain de mauvaise qualité, en un mot; c'est au rendement de 60,85 de farine pour 100 de blé que correspond ce changement brusque de composition et de qualité du produit de la mouture.

» Les résultats auxquels aboutit, chez M. Loir, la mouture du même blé tendre, sont tout analogues; c'est, en effet, sensiblement au même rendement (61,70 pour 100) que se rencontre le point de chute de la composition et de la valeur boulangère des farines; comme pour la mouture précédente, c'est à la fin du convertissage que ce point apparaît; entre les rendements de 61,70 et de 65,70 pour 100, avec le dernier convertissage, la diminution de qualité devient considérable, et la farine (4 pour 100) provenant de ce travail ne donne plus qu'un pain mal développé, de nuance mate et terne, à mie courte et grasse.

» Sans doute, on remarquera que, dans la composition des produits de cette mouture, les débris figurent en plus grand nombre que dans le premier cas, mais il est aisé de reconnaître, au moment du dénombrement, que ces débris, pour plus de la moitié, proviennent du germe, dont l'action ne s'exerce qu'à la longue et qui n'influe pas sensiblement sur la qualité du pain, lorsque les farines doivent, comme à Paris, être l'objet d'une consommation presque immédiate.

» Sans entrer dans le détail des chiffres relatifs à la mouture sur blé dur exécutée au moulin de la Valentine, près Marseille, chez M. J. Maurel, il est aisé de reconnaître que c'est à une conclusion toute semblable que conduit leur examen.

» Si bien qu'en résumé, de l'étude analytique et pratique des produits provenant des trois moutures exécutées sous la surveillance de la Commission ressort, avec netteté, cette conclusion que le point limitatif du rendement de la mouture en farines propres à la fabrication du pain blanc, poreux, bien levé, aisément digestible que réclame la consommation moderne doit être compris entre 60 et 65 pour 100 du poids du blé; au delà de ce point et pour rejoindre les issues proprement dites, on rencontre encore 5 pour 100 environ de produits farineux, mais ces produits forte-

ment acides chargés de débris actifs ne peuvent plus donner que des pains compacts, plats, à mie grasse, colorés, très chargés d'eau, d'une digestion et d'une conservation difficiles.

» D'autres enseignements, et nombreux que je ne saurais développer ici, dérivent également de l'étude des chiffres inscrits aux Tableaux précédents; de ces enseignements, la Meunerie moderne ne peut manquer de tirer un parti utile; dans la méthode d'analyse dont je viens d'exposer les résultats, elle trouvera, d'ailleurs, un guide sûr pour la conduite de ses travaux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **R.-L. Devaux** adresse un complément à sa précédente Communication sur les moyens de combattre le grisou.

(Renvoi à la Commission du Grisou.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *Paul Richer,* intitulé : « Physiologie artistique ». (Présenté par M. Marey.)

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie que, conformément à ses propositions, il a désigné MM. *Cornu* et *Sarrau* pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire 1895-1896.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (1895, nov. 21), *faites à l'Observatoire de Paris* (*Équatorial de la tour de l'Ouest*), par M. **G. Bigourdan**; communiquées par M. Tisserand.

Dates 1895.		Étoiles de comparaison.	Gr.	Planète — Étoile. Æ.	Planète — Étoile. ☊ écl.	Nombre de compar.
				m s	′ ″	
Décembre	15....	*a* Anonyme	9,5	+0.41,30	−1.27,8	4.4
	15....	*a* Id.	Id.	+0.32,35	−0.37,4	4.4
	15....	*b* 648 BD + 63°	9,5	+0.18,57	+5.31,8	4.4
	15....	*b* Id.	Id.	+0.10,93	+6. 7,9	4.4
	15....	*b* Id.	Id.	−0. 6,19	+7.40,9	4.4

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Asc. droite moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Autorités.
a Anonyme....	6h21m54s,67	+9s,37	+63°51′4″,6	+2″,6	Rapporté à *c* et à *d*
b 648 BD + 63°.	6.21.22,73	+9,36	+63.48.50,7	+2,7	Id.
c 592 BD + 64°.	6.26.12,09	»	+64. 5. 5,2	»	A.-G. Helsingfors-Gotha (4577)
d 652 BD + 63°.	6.27.55,31	»	+63.56. 8,9	»	Id. (4593)

Positions apparentes de la comète.

Date 1895.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Décembre 15....	7h55m8s	6h22m45s,34	$\bar{1}$,926	+63°49′39″,4	0,128
15....	8. 5.48	6.22.36,39	$\bar{1}$,919	+63.50.29,8	0,045
15....	9. 5.36	6.21.50,66	$\bar{1}$,859	+63.54.25,2	$\bar{1},043_n$
15....	9.15.41	6.21.43,02	$\bar{1}$,845	+63.55. 1,3	$\bar{1},471_n$
15....	9.37.51	6.21.25,90	$\bar{1}$,809	+63.56.34,3	$\bar{1},837_n$

» *Remarque.* — La comète est une nébulosité très faible et très diffuse, large, arrondie, de 2′ à 3′ de diamètre; elle est légèrement plus brillante dans la région centrale, qui a l'aspect granuleux sur environ 25″ d'étendue.

ASTRONOMIE. — *Observation d'un bolide.* Note de M. **G. Bigourdan**, communiquée par M. Tisserand.

« Le 15 décembre, à 7h4m50s du soir, temps moyen, un bolide très brillant a parcouru le ciel au sud-est de Paris.

» Je l'ai aperçu d'abord dans le Taureau, derrière de légers nuages dont il s'est dégagé bientôt. Son diamètre apparent est allé d'abord en augmentant et a atteint 8′ environ, soit le quart de celui de la pleine Lune; il a diminué ensuite et le bolide s'est éteint graduellement, mais rapidement, sans éclater et sans qu'on ait entendu aucun bruit. La durée d'apparition a été estimée de 6 à 7 secondes; la trajectoire apparente, longue d'environ 50°, à peu près horizontale et haute de 45°, était dirigée de l'est à l'ouest. Quand le bolide s'est éteint il avait dépassé le méridien de 15° environ. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouvelle interprétation du phénomène des protubérances solaires.* Note de M. **J. Fényi.**

Kalocsa (Hongrie), 30 novembre 1895.

« Les observations suivantes me paraissent devoir faire disparaître une des plus grandes difficultés dans l'interprétation des phénomènes solaires.

» Les protubérances s'élèvent jusqu'à des hauteurs énormes; si l'atmosphère solaire devait y parvenir, une pression extraordinaire devrait exister au fond, ce qui est en contradiction avec la nature des lignes spectrales.

» Si l'on suppose que l'enveloppe du Soleil ait une raréfaction illimitée, il nous semble impossible que les protubérances aient un tel éclat et laissent voir les raies ordinaires. Si l'on admet que les phénomènes d'éruption se produisent dans l'espace absolument vide et que, malgré cela, la protubérance se compose d'un hydrogène incandescent, capable de produire les lignes ordinaires, on verra cette difficulté s'évanouir. Examinons maintenant comment cette hypothèse est non seulement possible, mais encore parfaitement d'accord avec les observations.

» Imaginons-nous un globe d'hydrogène de 5800^{km} de rayon et à la température de 10 000°, transporté subitement dans l'espace absolument vide. On le verrait, à la distance du Soleil, sous un diamètre de 16″ et il ressemblerait à un tout petit nuage de protubérances. Avec une violence comme celle qu'on rencontre dans les explosions, le globe tend à se dilater. Nous pouvons indiquer avec quelle vitesse la couche extrême tend à s'éloigner; c'est la vitesse que prend le gaz en s'écoulant dans le vide. J'ai évalué cette vitesse à 9250^{m} par seconde. Ce mouvement de la masse atteindra aussitôt sa plus grande valeur, qui sera égale à la vitesse moléculaire du gaz. D'après les expériences de M. Hirn, ce résultat est atteint très promptement, déjà même dans le tuyau de sortie d'un gazomètre. La température s'abaissant jusqu'à 0°, le gaz cesse d'être lumineux.

» Considérons maintenant l'intérieur du globe. Il va sans dire que l'expansion et la dispersion de la masse ne s'emparent pas de tout le globe à la fois; ce n'est qu'après un certain temps que l'expansion peut arriver jusqu'au centre. Quant à la vitesse de propagation, elle ne saurait surpasser celle que déploie, en s'avançant, une différence de pression dans le gaz qui nous occupe; elle serait, dans le cas actuel, de 6581^{m} par seconde. Il résulte de ce chiffre, chose bien remarquable, que l'opération

dispersive mettrait, dans le globe que nous avons adopté, $14^m 41^s$ à parvenir au centre. Ainsi, sept minutes après que notre globe aura été transporté dans le vide, son intérieur présentera encore un globe de rayon de moitié moindre, qui, laissé encore intact par l'expansion, continuera à briller du même éclat. Cet intervalle de sept minutes est plus que suffisant pour expliquer les phénomènes des hautes protubérances dans le vide. Ce qui les caractérise, en effet, c'est qu'elles s'élèvent avec une rapidité excessive jusqu'aux plus grandes hauteurs, pour s'évanouir avec une promptitude surprenante.

» Qu'il me soit permis de citer ici, comme exemple, la protubérance éruptive que j'observai à Kalocsa le 30 septembre. Elle s'éleva, avec la vitesse moyenne de 448^{km} par seconde, jusqu'à la hauteur énorme de $11'28''$ sur le bord. C'étaient de petits nuages, disposés en deux couches les uns au-dessus des autres, qui atteignirent cette hauteur; ils pouvaient avoir la dimension du globe mentionné. D'après les mesures que je pris, ces nuages étaient, à $10^h 23^m 43^s$, à la hauteur de $4'72''$, tandis qu'à $10^h 29^m 32^s$ ils étaient déjà parvenus à $688''$, pour se dissiper immédiatement. Conformément à ce que nous avons dit, nous pouvons admettre que les nuages étaient entrés dans le vide à la hauteur de $472''$; ils durent néamoins rester encore visibles pour l'observateur pendant six minutes environ, comme notre observation l'exige en réalité. La rapidité excessive de l'ascension ne donne pas au gaz le temps de se disperser et permet encore moins à la masse entière de se dilater élastiquement. Les phénomènes observés nous forcent à admettre, à des hauteurs aussi considérables, un espace vide, comme celui de notre système solaire.

» Il y a déjà bien longtemps qu'un pareil état a été supposé. Notre examen prouve, en outre, que nous ne sommes pas forcés d'attribuer à l'hydrogène une raréfaction illimitée. Bien plus, nous pouvons lui donner une densité quelconque; cela n'empêchera pas que la durée du phénomène reste tout à fait la même, car la vitesse de l'expansion vers le centre est entièrement indépendante de la densité. La durée de la perceptibilité dans le vide est en raison directe du diamètre de la masse et en raison inverse de la racine carrée de la température absolue. Si notre globe avait un diamètre quatre fois plus grand, il ne représenterait encore qu'une protubérance ordinaire qui, cependant, resterait visible pendant une heure entière. Supposons que notre globe ait une température de $40000°$, l'expansion ne mettra alors que la moitié du temps à se propager jusqu'au centre.

» Une température plus élevée n'a donc pas pour conséquence une per-

ceptibilité plus prolongée, mais, au contraire, une dissipation plus prompte. Ce résultat confirme une singularité intéressante, rencontrée dans de grandes éruptions; j'ai observé, en effet, que plus l'ascension était rapide, plus aussi la dissipation générale de la protubérance arrivait promptement. Or, nous pouvons à bon droit attribuer une température plus haute aux masses dont la vitesse d'ascension est plus grande, soit qu'elles proviennent de plus bas, soit qu'elles doivent arriver en haut avec une température plus élevée déjà à cause de leur grande rapidité. L'éclat même de ces masses indique également une plus haute température.

» Ces considérations ne doivent point exclure l'influence d'une extension de l'hydrogène. De fait, la protubérance n'est pas plongée soudainement dans le vide, mais elle quitte les couches à forte pression pour gagner celles où la pression est déjà moindre. Une expansion quelconque doit donc avoir lieu au commencement de l'ascension, de façon à retarder une dissipation postérieure.

» Une confirmation excellente de notre explication se trouve dans la manière dont une protubérance isolée s'évanouit. Il y a plus de dix ans que j'observe le bord solaire et je ne saurais compter combien de fois ce phénomène s'est présenté devant mes yeux. Une protubérance ne disparaît point en s'élargissant et en perdant son éclat, comme par dilatation élastique de toute la masse, mais bien en diminuant de volume; elle disparaît de dehors en dedans, d'où il résulte que nous avons affaire à un phénomène de dispersion.

» L'affaiblissement de lumière doit être attribué à ce que, à mesure que le volume diminue, la surface qui émet la lumière se raccourcit également. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles à coefficients constants et les fonctions non analytiques.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note récente (2 décembre), j'ai indiqué un développement en série des fonctions de deux variables réelles admettant des dérivées de tous les ordres, développement dont les dérivées représentent les dérivées de la fonction. En cherchant à utiliser ce développement pour l'étude des équations aux dérivées partielles à coefficients constants, j'ai été conduit à des résultats que je publierai prochainement. Je voudrais, dans cette Note,

indiquer brièvement l'un de ces résultats et faire connaître, en même temps, sur un exemple simple, l'esprit de la méthode que j'aie suivie.

» Désignons par α un nombre incommensurable ([1]), tel que $\frac{m_i}{n_i}$ étant l'une quelconque des réduites du développement de α en fraction continue, l'on ait

$$(1) \qquad |m_i - n_i\alpha| < e^{-m_i^3 - n_i^3},$$

et considérons la série

$$\varphi(x, y) = \sum_i a^{m_i} b^{n_i} \cos m_i^2 x \cos n_i^2 y,$$

dans laquelle a et b sont inférieurs à *un*. Les valeurs de m_i, n_i croissant très rapidement avec i, on conclut aisément d'un théorème de M. Hadamard que la fonction φ *n'est, en aucun point, une fonction analytique de x et de y.*

» Posons, d'autre part,

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} - \alpha^4 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = \psi(x, y).$$

Il résulte immédiatement des inégalités (1) que la fonction ψ est holomorphe dans tout le plan de chacune des deux variables x et y, car la série à triple entrée obtenue en remplaçant dans ψ les cosinus par leurs développements de Taylor est *absolument* convergente, quels que soient x et y.

» Supposons maintenant que nous considérions *a priori* l'équation aux dérivées partielles (2), dans laquelle ψ est une fonction donnée admettant la période 2π par rapport à x et à y, et que nous nous proposions d'en trouver une intégrale φ admettant la même période et continue, ainsi que ses dérivées pour toutes les valeurs réelles des variables. Suivant la nature de la fonction ψ et de la constante α, le problème pourra être possible, impossible ou indéterminé ; ce n'est point ici le lieu d'en faire une discussion détaillée, mais un fait important résulte de ce qui précède : pour certaines valeurs de α, on peut se donner pour ψ une fonction analytique et trouver, *comme unique solution* pour φ, une fonction non analytique. Je ne crois pas que l'on connaisse un tel exemple d'une fonction de deux variables

---

(1) Au sujet de l'existence de tels nombres α, on peut consulter la Note qui termine ma Thèse.

réelles, qui ne soit analytique *en aucun point* (x, y), et qui s'introduise *nécessairement* à propos d'un problème *très simple* dans l'énoncé duquel ne figure qu'une fonction analytique des deux variables. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le roulement de deux surfaces l'une sur l'autre.* Note de M. **E. Cosserat**, présentée par M. Darboux.

« Les résultats si remarquables, relatifs aux plans entraînés par une surface Θ qui roule sur une surface Θ_1, conduisent naturellement à mettre en évidence la surface (Σ) enveloppe d'un de ces plans. On peut, en particulier, supposer connue la surface (Σ) et chercher, avec Ribaucour (¹), les mouvements de roulement correspondants. Nous nous proposons d'indiquer ici, parmi les résultats les plus simples que nous avons obtenus dans l'étude de ce problème, ceux qui mettent le mieux en évidence l'intérêt qui s'attache à ce procédé particulier de détermination de couples de surfaces applicables l'une sur l'autre.

» L'étude actuelle trouve son point de départ dans les Chapitres VI et VII du Livre VIII des *Leçons* de M. Darboux, dont nous conserverons les notations.

» Envisageons un mouvement à deux paramètres dans lequel une surface Θ du système mobile roule sur une surface fixe Θ_1; rapportons le système mobile à un trièdre trirectangle $Oxyz$; et soient, par rapport à ce trièdre, x, y, z les coordonnées du point de contact de Θ et de Θ_1. Supposons que la surface (Σ), enveloppe du plan Oxy, soit connue et rapportée à un système de courbes (u), (v); adjoignons-lui le trièdre (T) habituel dont nous désignerons les translations par $\xi, \eta, 0, \xi_1, \eta_1, 0$, et les rotations par p, q, r, p_1, q_1, r_1. Le mouvement du trièdre $Oxyz$ sera déterminé si l'on connaît, en fonction de u et de v, les inconnues x, y ainsi que l'angle α que fait l'axe des x du trièdre (T) avec Ox.

» On trouve que l'inconnue z est définie par l'équation aux dérivées partielles du second ordre (²)

$$(1) \qquad \frac{\partial}{\partial v}\left(-r-\lambda\frac{\partial z}{\partial u}+\mu\frac{\partial z}{\partial v}\right)-\frac{\partial}{\partial u}\left(-r_1-\mu_1\frac{\partial z}{\partial u}+\lambda\frac{\partial z}{\partial v}\right)=0,$$

(¹) A. Ribaucour, *Notice sur ses travaux mathématiques*, p. 20; 1873.

(²) Si les courbes (u), (v) sont les lignes de courbure de (Σ) et si (T) est le trièdre adjoint habituel, cette équation s'identifie facilement avec celle donnée par Ribaucour dans sa Notice précédemment citée.

où λ, μ, μ_1, *qui ne sont autres que les trois fonctions auxiliaires de M. Darboux* (*Leçons*, t. IV, p. 114), sont données par les formules suivantes :

$$(2)\qquad \begin{cases} \Delta \;\; = (\xi + qz)(\eta_1 - p_1 z) - (\xi_1 + q_1 z)(\eta - pz) \\ \Delta\lambda \; = q\xi_1 - p\eta_1 + (pp_1 + qq_1)z \\ \Delta\mu \; = q\xi - p\eta + (p^2 + q^2)z \\ \Delta\mu_1 = q_1\xi_1 - p_1\eta_1 + (p_1^2 + q_1^2)z. \end{cases}$$

» L'inconnue z étant supposée connue, les inconnues α, x, y se déterminent successivement, au moyen de quadratures, par les formules

$$(3)\qquad \frac{\partial\alpha}{\partial u} = -r - \lambda\frac{\partial z}{\partial u} + \mu\frac{\partial z}{\partial v}, \qquad \frac{\partial\alpha}{\partial v} = -r_1 - \mu_1\frac{\partial z}{\partial u} + \lambda\frac{\partial z}{\partial v},$$

$$\begin{cases} \dfrac{\partial x}{\partial v} = (\xi \;+ qz)\;\cos\alpha + (\eta \;- pz)\;\sin\alpha, \\ \dfrac{\partial x}{\partial u} = (\xi_1 + q_1 z)\cos\alpha + (\eta_1 - p_1 z)\sin\alpha, \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dfrac{\partial y}{\partial u} = (\eta \;- pz)\;\cos\alpha + (\xi \;+ qz)\;\sin\alpha, \\ \dfrac{\partial y}{\partial v} = (\eta_1 - p_1 z)\cos\alpha - (\xi_1 + q_1 z)\sin\alpha. \end{cases}$$

» A toute solution de l'équation (1) correspond ainsi un mouvement de roulement et un seul, dans lequel l'enveloppe d'un plan entraîné est la surface (Σ).

» Les caractéristiques de l'équation (1) sont définies par l'équation

$$(4)\qquad \mu\, du^2 + 2\lambda\, du\, dv + \mu_1\, dv^2 = 0.$$

» Ce sont donc *les courbes de Θ, considérées par M. Darboux, et dont les correspondantes sur Θ_1 ont même courbure normale;* les caractéristiques de l'équation (1) correspondent ainsi aux caractéristiques de l'équation, envisagée dans les premiers Chapitres du Livre VIII des *Leçons* de M. Darboux, et dont dépend aussi la recherche des couples de surfaces applicables l'une sur l'autre.

» Il résulte d'ailleurs des formules (2) que les courbes tracées sur (Σ) et définies par l'équation (4), où z a une valeur déterminée, sont également inclinées sur les lignes de courbure de (Σ).

» Nous nous sommes proposé d'étudier l'équation (1) et d'examiner, en particulier, les cas dans lesquels elle s'intègre par les méthodes régulières;

je me bornerai ici à l'un de ces cas, à l'égard duquel j'énonce d'abord la proposition suivante :

» *Si l'un des systèmes de caractéristiques de l'équation* (1) *admet exactement deux combinaisons intégrables, l'autre en admet aussi deux; pour que ce cas se présente, il faut et il suffit que la surface* (Σ) *et ses surfaces parallèles soient des sphères concentriques; les caractéristiques, dont l'équation* (4) *ne varie plus avec* z, *sont les lignes de longueur nulle d'une de ces sphères.*

» L'un des plans entraînés passe, dans le cas actuel, par un point fixe; prenons ce plan pour plan des xy de $Oxyz$ et pour variables u, v les paramètres des caractéristiques de (1); par un choix convenable de u, v et des axes fixes coordonnés, on trouve que Θ et Θ_1 sont respectivement définies, par rapport à $Oxyz$ et par rapport au trièdre fixe, par les formules

$$(4)\quad x = V + U,\qquad y = i(V - U),\qquad z = (1 + uv)\sqrt{U'V'},$$

$$(5)\quad x_1 = (u + v)\sqrt{U'V'},\qquad y_1 = i(v - u)\sqrt{U'V'},\qquad z_1 = (uv - 1)\sqrt{U'V'},$$

U désignant une fonction de u dont la dérivée est U', et V une fonction de v dont la dérivée est V'.

» En prenant pour U et V des fonctions algébriques, on aura des couples de surfaces algébriques applicables l'une sur l'autre; en prenant pour U et V des fonctions imaginaires conjuguées, on aura des couples réels.

» Les variables u et v correspondant aux caractéristiques de l'équation (1), il en résulte que la surface (S), lieu du point X, Y, Z défini par les formules

$$(6)\qquad X = x + x_1,\qquad Y = y + y_1,\qquad Z = z + z_1,$$

admet les courbes (u), (v) comme asymptotiques; si l'on vérifie directement ce point, on constate que la surface (S) est représentée par les formules de M. Lelieuvre (Darboux, *Leçons*, t. IV, p. 24), dans lesquelles on adopte pour θ_1, θ_2, θ_3 les expressions

$$\theta_1 = \sqrt{i}(v\sqrt{V'} + u\sqrt{U'}),\quad \theta_2 = i\sqrt{i}(v\sqrt{V'} - u\sqrt{U'}),\quad \theta_3 = -\sqrt{i}(\sqrt{V'} + \sqrt{U'}).$$

» Les formules (4), (5) et (6) mettent ainsi en évidence des surfaces particulièrement intéressantes pour lesquelles la solution du problème de la déformation infiniment petite dépend de l'équation $\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = 0$; et il suffit, en particulier, de prendre pour U et V des fonctions algébriques pour que ces surfaces soient algébriques.

» Le résultat précédent suffit pour montrer l'intérêt qui s'attache au problème considéré; je me contenterai ici d'ajouter la remarque suivante, qui a trait à un autre ordre d'idées dans lequel j'ai étudié la même question et dont l'interprétation géométrique est immédiate :

» *Si une surface* (Σ), *différente d'une sphère, est rapportée à ses lignes de courbure* (u) *et* (v) *et si, en lui adjoignant le trièdre* (T) *dont l'axe des x est tangent à la courbe* (v), *le système qui se déduit des équations* (3), *en y supposant* $\alpha = 0$, *admet pour z une solution renfermant une constante arbitraire, cette surface* (Σ) *a toutes ses lignes de courbure planes et réciproquement.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la force agissant sur un diélectrique non électrisé, placé dans un champ électrique.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. A. Potier.

« Dans ma Note des *Comptes rendus* du 22 octobre 1894 et dans le Mémoire qui a paru aux *Annales de Physique et de Chimie* en mai 1895, j'ai montré comment on pouvait, sans faire d'hypothèses, déduire des expériences classiques de l'Électrostatique l'existence de forces agissant sur un diélectrique non électrisé, placé dans un champ électrique, et obtenir l'expression générale de ces forces.

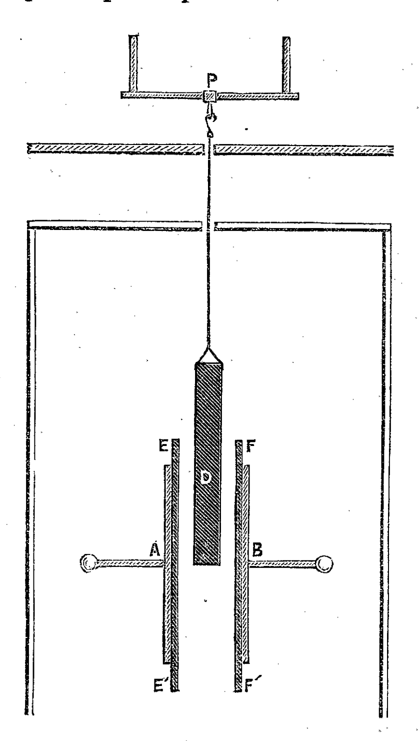
» Comme celles-ci sont toujours normales à la surface des diélectriques, elles se trouvent perpendiculaires aux lignes de force quand ces lignes sont tangentes à la surface. J'ai voulu vérifier par expérience qu'il en était bien ainsi, et voir si leur valeur était exactement représentée par les relations établies. Pour cela, j'ai employé le dispositif suivant :

» Une lame d'un diélectrique homogène D (*fig.* 1), ayant 2^{cm} d'épaisseur environ, est suspendue verticalement par des fils de soie sous le plateau P d'une balance, entre les armatures planes et verticales A et B d'un condensateur ; les larges faces verticales de la lame D sont rendues parallèles aux armatures; sa base inférieure est placée à peu près à mi-hauteur de celles-ci, tandis que sa base supérieure est à une distance assez grande du condensateur pour que le champ y soit négligeable; enfin, les armatures débordent largement la lame diélectrique dans le sens horizontal. Des plaques minces ($0^{cm},5$ environ) en ébonite, EE′ et FF′, recouvrent, en les débordant, les faces internes des armatures ; elles servent à empêcher l'électrisation de la lame D par aigrettes.

» Dans les expériences définitives, le condensateur a été chargé en mettant ses armatures en relation, par un commutateur isolé à la paraffine, avec les pôles d'une bobine de Ruhmkorff sans trembleur, actionnée par le courant d'un alternateur donnant environ 130 périodes à la seconde.

» Les forces étant partout normales à la surface de la lame, il n'y a que les forces agissant sur la base inférieure, qui donnent une composante

verticale (elles se trouvent à peu près perpendiculaires aux lignes de force); elles sont du reste dirigées de haut en bas, puisqu'un diélectrique solide a un pouvoir inducteur spécifique supérieur à celui de l'air.



» La tare étant faite, quand par le jeu du commutateur on établit la différence de potentiel, on voit, en effet, la lame s'enfoncer entre les armatures; en mettant des poids dans le second plateau de la balance, on peut faire équilibre à la force électrique.

» Dans le cas où la lame D et les armatures ont une largeur infinie, la méthode indiquée dans la Note précitée conduit, pour la masse p dont le poids (pg) fait équilibre à la force électrique qui s'exerce par unité de longueur de la lame D, comptée dans le sens de la largeur, à la relation suivante, qui est rigoureuse :

$$p = \frac{c(K-1)V^2}{8\pi K g\left[e - \varepsilon\left(1-\frac{1}{K'}\right) - c\left(1-\frac{1}{K}\right)\right]\left[e-\varepsilon\left(1-\frac{1}{K'}\right)\right]},$$

c épaisseur de la lame D;
e distance des armatures;
ε somme des épaisseurs des plaques d'ébonite EE' et FF';
g intensité de la pesanteur;

K pouvoir inducteur spécifique de la lame D;
K′ pouvoir inducteur spécifique des plaques EE′ et FF′;
V^2 carré moyen du potentiel $\left(= \frac{1}{T}\int_0^T v^2\,dt\right)$.

» Pour voir si cette formule est d'accord avec l'expérience, toutes les quantités qui y figurent ont été mesurées *indépendamment les unes des autres*.

» Les lames D étudiées étaient en ébonite de belle qualité. Au moyen de l'appareil que j'ai décrit dans ma Note des *Comptes rendus* du 8 avril 1895, j'ai mesuré le pouvoir inducteur spécifique de l'ébonite K(= 2,98) sur un morceau taillé dans le même bloc que les lames D. La quantité V^2 était donnée par un électromètre de MM. Bichat et Blondlot.

» Pour avoir p, on ne peut opérer que sur des lames de largeur finie; il faut donc éliminer les perturbations dues aux bords. Pour cela, j'ai employé trois lames d'ébonite de même épaisseur, taillées dans le même morceau, ayant respectivement comme largeur $10^{cm},02$, $6^{cm},00$ et $3^{cm},94$. Désignons par P'_1, P'_2, P'_3 les masses dont le poids ferait équilibre à la force électrique agissant successivement sur ces trois lames, si le carré moyen du potentiel avait la même valeur, et qui sont déduites par un calcul de proportion des masses trouvées P_1, P_2, P_3 et de la valeur observée pour V^2; on élimine la force additionnelle due à l'effet des bords, la même pour les trois lames, en formant les différences $P'_1 - P'_2$ ou $P'_1 - P'_3$; par conséquent en divisant ces différences par les différences respectives des largeurs des lames, on obtient p.

» J'ai fait trois séries d'expériences, dans lesquelles les distances des armatures étaient respectivement $4^{cm},13$, $3^{cm},48$ et $3^{cm},51$. Voici les résultats :

	Largeur des plaques.	Masse mesurant V^2 à l'électromètre.		P′.	p observé.	p calculé.	Différence relative.
	cm	gr		gr	gr	gr	
1re série.	10,01 ...	0,2995	0,0839	0,0840			
	6,00 ...	0,381	0,067	0,0528	0,00778	0,00811	$-\frac{1}{24}$
	3,94 ...	0,3155	0,038	0,0361	0,00789	0,00811	$-\frac{1}{36}$
2e série.	10,02 ...	0,3065	0,1502	0,1470	0,0142	0,0143	$-\frac{1}{140}$
	3,94 ...	0,4500	0,0912	0,0608			
3e série.	10,02 ...	1°. 0,5229	0,2562	0,1470			
		2°. 0,5096	0,250	0,1472			
	6,00 ...	1°. 0,5188	0,156	0,0902	0,00142	0,00138	$+\frac{1}{35}$
		2°. 0,5185	0,155	0,0897			
		3°. 0,511	0,154	0,0904			

» Les différences entre les nombres calculés et observés rentrent complètement dans les erreurs d'expérience (les pesées étaient faites à $\frac{1}{2}$ milligramme près et les mesures de longueur à $\frac{1}{10}$ de millimètre près).

» Ainsi, non seulement ces forces, presque complètement négligées jusqu'ici au point de vue expérimental ([1]), existent bien réellement, mais encore elles sont parfaitement représentées par les relations que j'ai établies *a priori.* »

CHIMIE MINÉRALE. — *Combinaison directe de l'azote de l'air atmosphérique aux métaux, sous forme d'azoture de magnésium, d'aluminium, de fer, de cuivre, etc.* Note de M. **A. Rossel**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans les recherches faites pour fixer l'azote de l'air atmosphérique, plusieurs savants sont arrivés à combiner en petites proportions cet élément qui, en général, possède une activité très faible.

» James Pellat-Riehman, en 1878, décrit un appareil qui permet de combiner de petites quantités d'azote en chauffant, au contact de l'air, du charbon avec une base fixe. La mousse de platine transforme, à haute température, une faible quantité de l'azote de l'air en produits nitreux; dans les deux cas aucune analyse n'indique des chiffres précis.

» Brigled et Geuther ont, dans un travail remarquable, démontré l'affinité du magnésium pour l'azote pur et ont décrit pour la première fois le composé Mg^3N^2 qui a joué tout récemment un rôle important dans la découverte de l'argon par Lord Rayleigh et M. Ramsay.

» M. Mallet a fait l'observation que le magnésium, en brûlant lentement à l'air, fournit non seulement de l'oxyde de magnésium, mais qu'il se forme une poussière grise composée de magnésium et d'azote. M. Méry, à Zurich, a contrôlé ce fait et constaté qu'en effet, en traitant du magnésium chauffé au rouge dans un courant d'air très faible, il se formait de petites quantités du produit azoté.

» Enfin M. C. Hinkler a montré qu'en empêchant l'oxydation rapide du

---

([1]) Pour vérifier les hypothèses de Maxwell, M. Boltzmann a mesuré l'attraction qu'une sphère électrisée exerce sur une sphère diélectrique non électrisée, et M. Quincke a mesuré la variation de pression d'une bulle d'air écrasée entre les plateaux d'un condensateur noyé dans un diélectrique liquide. Ce sont, à ma connaissance, les seules expériences faites jusqu'ici où les forces que je viens d'étudier jouent un rôle.

magnésium à l'air, en le mélangeant avec de la magnésie, il se forme en plus forte proportion d'azoture de magnésium.

» Dans les études sur le pouvoir réductible du magnésium et de l'aluminium, avec lesquels j'ai réduit à la chaleur rouge sombre les métaphosphates qui abandonnent leur phosphore à l'état pur, j'ai constaté qu'il se formait des produits accessoires contenant de faibles quantités d'azote combiné; mais c'est en étudiant les travaux importants de M. Moissan que je suis arrivé à la réaction la plus curieuse se rapportant à la combinaison de l'azote de l'air atmosphérique en présence de l'oxygène.

» Dans son travail magistral sur les propriétés du carbure de calcium, M. Moissan a indiqué que les métaux, à haute température, sont sans effet sur le carbure de calcium.

» J'ai constaté, en collaboration avec M. Léon Frank, qu'il n'en est pas de même quand on chauffe du carbure de calcium *pulvérisé* avec du magnésium *en poudre*, soit dans un creuset en porcelaine, soit dans un tube dans lequel circule librement l'air atmosphérique, à la température du rouge sombre. La réaction a lieu d'une manière régulière quand, dans un creuset de porcelaine, on place par couches, du carbure de calcium *pulvérisé* et du magnésium *en poudre* fine.

» En chauffant le creuset ouvert avec la flamme d'un bec Bunsen, il apparaît bientôt une flamme produite par la combustion du carbone du carbure qui donne naissance à de l'acide carbonique, et le calcium brûle en produisant de l'oxyde de calcium; dans ce moment une vive incandescence se produit et, après le refroidissement, le magnésium, presque en totalité, est transformé en azoture de magnésium.

» L'analyse de ce produit, que l'on peut mécaniquement séparer de la chaux, conduit à la formule Mg^3N^2; le mélange du résidu du creuset contient jusqu'à 23,8 pour 100 d'azote pris à l'air atmosphérique.

» Cette réaction conduirait donc à l'équation

$$CaC^2 + 3Mg + 2N + 5O = CaO + Mg^3N^2 + 2CO^2.$$

» En mélangeant le contenu du creuset avec de l'eau, il se produit une vive effervescence avec dégagement d'ammoniaque :

$$Mg^3N^2 + 3H^2O = 3MgO + 2NH^3.$$

» L'aluminium, le zinc, le fer et même le cuivre fournissent, en poudre fine mélangée avec le carbure de calcium et chauffé à l'air, des réactions

semblables. Il se forme des produits azotés décomposables par l'eau et plus facilement encore par la potasse caustique diluée.

» Ces réactions sont une preuve de plus, ainsi que M. Moissan l'a fait remarquer, que l'azote, à l'époque de la formation des premières couches géologiques, ne se trouvait pas à l'état libre, mais combiné aux métaux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés du protosulfure de chrome cristallisé*. Note de M. A. **Mourlot**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le protosulfure de chrome amorphe a déjà été obtenu par M. H. Moissan, en faisant réagir à 440° le gaz sulfhydrique sur le chlorure chromeux; il obtenait ainsi « une matière d'un gris noir, ayant conservé l'aspect micacé du protochlorure » [1].

» M. H. Moissan a également signalé la formation d'un sulfure de chrome fondu, par l'action de l'hydrogène sulfuré sur le chrome métallique [2]. Nous avons repris cette expérience et vérifié que le sulfure qui se produit dans ce cas est bien le protosulfure.

» Nous préparons ce corps en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré pur et sec sur du chrome métallique, porté à la plus haute température que peut fournir un four à réverbère alimenté au coke; 100gr de chrome exigent, pour se sulfurer complètement, six à huit heures de chauffe dans un courant régulier de gaz sulfhydrique.

» Par ce procédé, on obtient le protosulfure sous la forme d'une masse métallique, à texture cristalline, se pulvérisant facilement en donnant une poudre noire. Si l'on opère au four électrique à tube la fusion de ce produit, il se fluidifie complètement et, par refroidissement, on obtient un culot présentant une cassure nettement cristalline et des géodes tapissées d'aiguilles prismatiques.

» Avec un courant de 50 volts et de 900 ampères, il suffit d'une chauffe de 3 à 4 minutes; il est important de ne pas maintenir plus longtemps la fusion au contact du charbon, car le sulfure subirait une réduction partielle.

» Le sulfure cristallisé a une densité égale à 4,08; il raye assez facilement le quartz.

» Le fluor ne l'attaque pas à froid; au rouge naissant, il se produit une

---

(1) Moissan, *Sulfures de chrome* (*Comptes rendus*; 1885).

(2) Moissan, *Nouvelles recherches sur le chrome* (*Comptes rendus*, t. CXIX; juillet 1894).

vive incandescence. Le chlore attaque le sulfure de chrome cristallisé vers 340° en produisant du sesquichlorure de chrome ainsi que du chlorure de soufre. Le brome réagit à une température plus élevée et donne du bromure chromique; dans les mêmes conditions l'iode est sans action.

» L'action de l'oxygène est très vive; il se produit, dès le rouge sombre, du sesquioxyde de chrome, du sulfate de sesquioxyde et de l'acide sulfureux.

» L'acide fluorhydrique gazeux fournit du fluorure chromeux à froid; si l'on chauffe légèrement, il se produit une vive incandescence. Le gaz chlorhydrique ne réagit qu'au rouge vif, en produisant du chlorure chromeux.

» L'acide sulfurique ne réagit pas à froid; si l'on chauffe légèrement, l'attaque est très vive, avec production de soufre, de gaz sulfureux et de sulfate de sesquioxyde.

» L'acide nitrique et l'eau régale attaquent complètement le sulfure de chrome cristallisé à la température ordinaire en donnant de l'acide sulfurique et de l'azotate chromique; il suffit d'élever un peu la température pour que l'attaque devienne très vive.

» La vapeur d'eau ne réagit qu'au rouge vif; il y a production de sesquioxyde de chrome non cristallisé et dégagement d'hydrogène sulfuré.

» Les oxydants énergiques : chlorate de potassium, bioxyde de plomb, nitrate de potassium, attaquent facilement le sulfure de chrome cristallisé; en chauffant légèrement, la réaction a lieu avec incandescence.

» Fondu avec la potasse au creuset d'argent, le protosulfure de chrome cristallisé se convertit en chromate et sulfate solubles.

» Les carbonates alcalins agissent différemment suivant la température; au point de fusion du mélange, il y a formation de sesquioxyde de chrome, de sulfure de potassium et de sulfate double. Si l'on élève la température, il se produit du chromate neutre de potassium.

» Les réducteurs agissent difficilement sur le protosulfure de chrome cristallisé. A 1200°, au four à réverbère, l'hydrogène ne donne pas trace de réduction. L'action du carbone a été faite au four électrique. En variant la durée de la chauffe, les produits obtenus ont une composition variable; ils peuvent être considérés comme des fontes de chrome plus ou moins sulfurées.

» *En résumé*, nous avons montré que le sulfure formé dans l'attaque du métal par l'hydrogène sulfuré est le protosulfure; nous avons produit, par élévation de température, la cristallisation de ce corps et, par l'étude de ses

propriétés, démontré que ce sulfure est un composé possédant une grande stabilité ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sous-chlorure de lithium.* Note de M. **Guntz**, présentée par M. Troost.

« J'ai indiqué ([2]) que, pour obtenir facilement le lithium métallique, il y avait une précaution essentielle à prendre, c'est de ne pas élever la température au-dessus du point de fusion du chlorure de lithium. On peut montrer l'importance de cette observation, en chauffant au rouge un mélange à poids moléculaires de lithium et de chlorure de lithium. Dans ces conditions, le métal se dissout rapidement dans le chlorure fondu et ne se sépare plus par refroidissement : il y a production d'un composé nouveau, le sous-chlorure de lithium. En chauffant, dans un creuset de nickel et dans un courant d'hydrogène, $27^{gr},4$ de Li Cl et $4^{gr},7$ de lithium (c'est-à-dire un petit excès de métal par rapport au poids théoriquement nécessaire), jusqu'au rouge, on obtient un produit fondu, légèrement grisâtre, très dur, homogène, ressemblant tout à fait à du chlorure de sodium fondu, et qui est le sous-chlorure de lithium. L'excès de métal reste adhérent à la surface du produit et est facile à séparer.

» Ce sous-chlorure, dont la formule est Li^2Cl, décompose l'eau avec autant d'énergie que le lithium

$$Li^2Cl + H^2O = LiCl + LiOH + H.$$

» Cette réaction permet d'analyser facilement le composé. Il suffit en effet pour cela de déterminer le rapport entre le chlorure de lithium et la lithine contenus dans un certain volume de la liqueur obtenue en dissolvant un poids quelconque de sous-chlorure dans l'eau, ce qui se fait facilement au moyen de solutions titrées de même concentration.

» J'ai trouvé ainsi, dans un échantillon, que 10^{cc} de la solution correspondaient à

([1]) *Analyse.* — Après attaque de la substance par l'eau régale, le chrome a été dosé à l'état de sesquioxyde, et le soufre à l'état de sulfate de baryum :

I.	II.	Théorie.
62,3	61,9	62,085
38	37,8	37,914

([2]) *Comptes rendus,* t. CXVII, p. 733.

13^{cc},05 de solution de nitrate d'argent décime et à 13^{cc},35 d'une solution décime de soude. Le rapport $\frac{\text{Li Cl}}{\text{Li}} = \frac{13,05}{13,35}$, d'après cette expérience, c'est-à-dire sensiblement l'unité, comme l'exige la formule Li^2Cl.

» L'excès de l'alcalinité 13,35, au lieu de 13,05, tient à la présence de l'azote dans le sous-chlorure obtenu. Le dosage direct de l'azote dans l'échantillon employé a donné, en effet, 3,55 d'azote.

» Le sous-chlorure de lithium ainsi obtenu sent fortement l'ammoniaque; l'azote qui y est contenu est-il combiné à l'état d'azoture de lithium Li^3Az? La couleur gris clair du produit ainsi obtenu rend cette hypothèse peu probable, car l'azoture, qui est rouge brun foncé, fondu en assez forte proportion avec le chlorure de lithium, lui communique une couleur très foncée.

» Il est, d'ailleurs, très difficile d'obtenir le sous-chlorure de lithium exempt d'azoture, le lithium absorbant l'azote au rouge, comme M. Ouvrard l'a signalé le premier (¹). J'ai signalé que cette fixation de l'azote se produisait bien au-dessous du rouge et qu'elle était si complète qu'on pouvait l'utiliser pour la préparation de l'argon pur (²). M. Deslandres a, d'ailleurs, utilisé cette propriété pour étudier le spectre de l'argon exempt d'azote.

» Dans mes nombreuses préparations de lithium, j'ai pu observer avec quelle facilité le métal fondu absorbe l'azote et se sature d'azoture qui, par refroidissement au moment de la solidification du lithium, vient partiellement s'effleurir à la surface, comme le graphite vient à la surface des fontes sursaturées de carbone.

» Lorsque l'air n'est pas absolument sec, l'absorption de l'azote se fait même à la température ordinaire comme le montre l'expérience suivante :

» Un lingot de lithium de 10^{gr} environ fut laissé au mois de juillet dernier sous une cloche contenant quelques fragments de soude caustique : la cloche ne fermant pas complètement, l'air pouvait circuler lentement dans l'appareil.

» Au mois de novembre, le métal était recouvert d'un enduit blanc de lithine, et l'intérieur était presque transformé totalement en azoture, comme le montre l'analyse suivante de la partie centrale :

Li^3Az	76,20	pour 100
LiOH	19,87	
Li	3,93	»

» L'azote et le lithium ont été dosés directement, l'eau calculée par différence.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 120.
(²) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 777.

» L'azoture ainsi obtenu est rouge brun, brûlant avec étincelles lorsqu'on le frotte à la lime ou qu'on le broie un peu vivement dans un mortier; décomposable par l'eau en donnant de l'ammoniaque.

» L'expérience journalière montre d'ailleurs que les surfaces fraîches de lithium, comme celles que l'on obtient en découpant ce métal, se recouvrent très rapidement d'un enduit noir d'azoture de lithium provenant de l'absorption rapide de l'azote.

» Je compte d'ailleurs bientôt revenir sur ce sujet et, par la mesure des chaleurs de formation des chlorure, sous-chlorure et azoture de lithium, pouvoir expliquer ces divers résultats ([1]). »

CHIMIE. — *Sur quelques nouvelles safranines.*
Note de M. **George-F. Jaubert**, présentée par M. Friedel.

« D'après les idées admises jusqu'à ce jour, la safranine la plus simple est la phénosafranine de O.-N. Witt, c'est-à-dire une diaminophénazine contenant un radical phényle relié à l'azote azinique. J'ai essayé de préparer des safranines plus simples possédant, relié à l'azote azinique, un radical alcoolique, ou des safranines plus complexes contenant un radical naphtylique. Avant de passer à la partie expérimentale de ce travail, je désire donner une idée de la nomenclature que j'adopterai : O.-N. Witt a dénommé la diaminophénazine phénylée à l'azote azinique : *phénosafranine*. Je nommerai de même le dérivé méthylé à l'azote azinique : *méthosafranine*, le dérivé éthylé : *éthosafranine*, et les dérivés naphtylés : *α et β naphtosafranines;* en outre, pour le noyau même de la safranine, j'adopterai (faute d'une nomenclature définitivement établie) la numération indiquée par Graebe pour l'acridine.

» *Méthosafranine.* — J'ai essayé de préparer cette safranine la plus simple par oxydation d'un mélange de paraphénylène-diamine et de monométhyle-métaphénylène diamine. Dans cette oxydation, il se forme le dérivé monométhylé du rouge de phénylène au lieu de la safranine. Le fait était à prévoir, car la position para, par rapport au groupe amino-substitué, de la métaphénylène-diamine, était libre. Si l'on remplace dans cette réaction le dérivé monométhylé de la métaphénylène diamine par celui de la métacrésylène diamine, on obtient, avec un bon rendement, la safranine cherchée;

([1]) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

c'est la métho-2-tolu-safranine :

Az

CH^3

AzH^2 —

AzH

Az

CH^3

» Ce nouveau dérivé est une belle matière colorante teignant le coton mordancé en rouge ponceau. Il présente tous les caractères des safranines, c'est-à-dire il se dissout dans l'eau avec une belle couleur rouge et une fluorescence jaune; dans l'acide chlorhydrique en bleu, et dans l'acide sulfurique en vert. Avec l'acide nitreux, on obtient un dérivé diazoïque.

» *Étho-2-tolusafranine.* — S'obtient par la même méthode, mais en partant de la monoéthyle-métacrésylène diamine.

» *Éthosafranol.* — Se forme en faisant réagir le nitrosophénol sur le mono-éthyle-métamidophénol.

» *α et β-naphtosafranols.* — Ces deux nouveaux dérivés ont été préparés en faisant réagir le nitrosophénol sur la métaoxyphényl α ou β-naphtylamine.

» En employant la métaoxydiphénylamine sulfonée, on obtient un acide phénosafranol sulfonique. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude sur l'Aspergillus orizœ.*
Note de M. E. **Sorel**, présentée par M. Duclaux.

« Les Drs Juhler et Jœrgensen ont annoncé, dans le numéro de janvier du *Centralblatt für Bakteriologie,* que l'*Aspergillus orizœ* se transforme en un *saccharomyces* quand ses organes sont immergés. L'assertion de ces deux observateurs a été contredite. L'objet de ce Mémoire est de montrer la vérité de cette transformation.

» J'ai eu recours à la culture des conidies de l'*Aspergillus orizœ* sur du moût de malt saccharifié à 65° en présence d'antiseptiques.

» Dans ce moût, maintenu à la température de 25°-27°, la levure développée est capable de végéter et de déterminer une fermentation active de la maltose, même en présence de 0gr,260 d'acide fluorhydrique anhydre par litre, que le moût soit enfermé dans un ballon stérilisé, ou abandonné à l'air en grande épaisseur.

» Si l'on ensemence quelques conidies dans le moût contenant 0gr,030 d'acide

fluorhydrique placé dans un ballon muni d'un tube de dégagement plongeant dans de l'eau, on voit d'abord un mycélium blanc couvrir la surface, et une partie de l'oxygène est absorbée, puis la pression se rétablit; le voile alors change d'aspect et devient humide; on commence au bout de trois à quatre jours à apercevoir quelques cellules ovoïdes en train de bourgeonner, en même temps que les filaments mycéliens se cloisonnent : la fermentation s'accuse et continue régulièrement.

» Doublant la dose d'acide, on voit le phénomène se ralentir, le voile mycélien à filaments cloisonnés devient plus irrégulier; il est à moitié immergé : le dégagement d'acide carbonique ne se fait qu'au bout de huit jours, la levure n'apparaît nettement qu'au bout de dix jours.

» Enfin quintuplant la dose, on voit un commencement de germination avec absorption d'oxygène, puis tout s'arrête et l'on n'observe pas de cellules de levure.

» Dans ces trois expériences, le mycélium apparaît toujours le premier et son cloisonnement précède l'apparition de la levure. Si l'acide fluorhydrique empêche le développement du mycélium, il n'y a pas de levure.

» Une partie du mycelium développé dans un moût à $0^{gr},030$ d'acide fluorhydrique est lavée dans de l'eau à la même dose, puis ensemencée dans un nouveau moût à $0^{gr},060$; on agite fortement pour noyer ce mycélium : on n'observe pas trace de levure. Dès le lendemain la fermentation se produit et la présence de levure est manifeste. On lave de nouveau le mycélium, et on le porte dans un moût à $0^{gr},090$; le surlendemain la fermentation est très active, on trouve beaucoup de levure : le mycélium est comme dissocié, se divise très aisément et est formé d'articles très courts, analogues à ceux qui nagent dans le liquide et qui bourgeonnent en donnant des cellules semblables aux saccharomyces. Au fond du ballon on trouve en abondance des cellules ovoïdes et elliptiques qui constituent un ferment très puissant.

» En répétant cette expérience, le mycélium finit par disparaître.

» Si l'on ensemence comparativement les conidies dans trois ballons dont l'atmosphère est constamment balayée par de l'air pur, que dans le ballon A on ne mette que du moût avec $0^{gr},030$ d'acide fluorhydrique par litre; en B le même moût contenant 5 pour 100 d'alcool, mais pas d'acide; en C le même moût contenant 5 pour 100 d'alcool et $0^{gr},030$ d'acide fluorhydrique par litre, on voit en A un abondant développement mycélien qui, dès le lendemain, couvre toute la surface d'un feutre blanc, très épais et plissé. Au bout d'un mois, il n'y a pas de dépôt, mais on trouve sous le mycelium des cellules très blanches, semblables à la levure développée : cependant il n'y a dans le liquide que 1,48 pour 100 d'alcool; le moût qui marquait au début 15° Balling est tombé à 9°.

» En B le développement est plus lent, presque tout le mycélium est noyé; on constate à la fois des filaments très minces et de la levure; au bout d'un mois le moût est tombé à 1° Balling et le liquide contient 10,62 pour 100 d'alcool : on a donc formé 5,62 pour 100 d'alcool.

» En C, presque pas de mycélium, mais la surface, au bout de huit jours, est envahie par un voile blanc léger, formé de cellules ovales et bourgeonnantes.

» Au fond, il y a beaucoup de cellules.

» Au bout d'un mois, la densité est réduite à 7° Balling; mais on ne trouve que 6,45 pour 100 d'alcool; on n'a donc formé que 1,45 pour 100.

» Ainsi, suivant les conditions, les conidies peuvent donner un mycélium, se développant seul, ou un mycélium qui peu à peu se cloisonne et se divise en cellules ovales bourgeonnantes, ou des traces de mycélium et surtout des cellules ovales. Mais, dans aucun cas, je n'ai vu la conidie donner directement de la levure.

» La levure active, ensemencée dans un nouveau moût, prolifère abondamment, détermine une fermentation des plus rapides; mais on ne voit jamais apparaître le mycélium à la surface.

» Par contre, si après avoir cultivé successivement cette levure dans des moûts à $0^{gr},10$ d'acide fluorhydrique anhydre par litre, et constaté qu'elle est bien pure, on l'ensemence à 26°, non plus dans un liquide sucré, mais sur du riz gonflé par la vapeur à 100° et étalé en couche mince, on voit, au bout de quelques jours, ce riz s'échauffer, se ramollir, s'agglomérer et se couvrir d'un feutrage où bientôt apparaissent les fructifications vertes de l'*Aspergillus orizæ*. On est donc revenu au point de départ.

» Ces observations constituant un cycle complet, l'origine de cette levure spéciale me paraît devoir être rapportée à l'*Aspergillus orizæ*. »

PHYSIOLOGIE. — *L'assimilation fonctionnelle*. Note de M. **Félix Le Dantec**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Mes recherches sur les organismes unicellulaires m'ont amené à considérer l'assimilation comme la propriété vitale par excellence. Un plastide vivant est un corps tel qu'il existe un milieu déterminé, dans lequel tous les éléments constitutifs de ce corps sont l'objet de réactions chimiques complexes, dont un résultat est *l'augmentation en quantité de tous ces éléments constitutifs*. Cette propriété, qui distingue absolument les corps vivants des corps bruts, est la caractéristique des plastides. Les expériences de mérotomie prouvent que la juxtaposition de divers éléments du plastide est nécessaire à l'obtention de ce résultat qui est l'assimilation.

» Un corps capable d'assimilation, dans des conditions déterminées, est doué de vie élémentaire; au repos chimique, ce corps est dit à l'état de vie élémentaire latente; dans le milieu où l'assimilation est possible, il est dit à l'état de vie élémentaire manifestée. Comme toutes les réactions chimiques, celles qui se passent entre le plastide

et le milieu varient quand on fait varier les éléments mis en jeu. Si l'on supprime un des éléments essentiels, soit dans le plastide (mérotomie), soit dans le milieu (inanition), ou bien, si l'on introduit dans la réaction une nouvelle substance, le résultat sera modifié : Ou bien, il y aura indifférence chimique (anhydrobiose par exemple); ou bien il y aura destruction (protoplasma séparé du noyau, suppression de l'oxygène dans un bocal d'infusoires, etc.); c'est-à-dire que les substances du plastide se comporteront, en dehors des conditions de la vie élémentaire manifestée, comme des corps bruts qui se détruisent, en tant que composés définis, chaque fois qu'ils sortent de l'indifférence chimique. Il y a donc trois alternatives pour les plastides : 1° l'indifférence chimique (vie élémentaire latente); 2° l'activité chimique dans les conditions où l'assimilation se produit (vie élémentaire manifestée); 3° l'activité chimique dans des conditions différentes (destruction, mort). Dans les conditions de la vie élémentaire manifestée, l'assimilation n'est pas le seul résultat chimique qui nous frappe; il y a d'autres produits, déterminés dans chaque cas, qui prennent naissance au cours des réactions, dont l'assimilation est une conséquence : l'alcool par exemple, dans un moût sucré, au cours de la vie élémentaire manifestée de la levure de bière. Ces produits sont souvent, à tort, appelés *produits de désassimilation*.

» C'est une croyance universellement répandue que les manifestations vitales sont fatalement liées à une destruction organique (Claude Bernard, Huxley, etc. Comment concilier cette manière de voir avec les résultats de l'étude des êtres unicellulaires. Les manifestations vitales de la levure de bière sont inséparables de la création de levure de bière, de l'assimilation; tout ce que nous comprenons sous cette dénomination : *manifestations vitales d'un plastide*, est concomitant de la synthèse organique dans ce plastide. Il est impossible de ne pas s'en rendre compte en observant un plastide isolé quelconque; le mouvement, la fermentation du moût, la production de toxines, etc. sont *accompagnés* d'accroissement. Ce n'est donc pas à l'étude des plastides isolés que Claude Bernard a dû la conception suivante des phénomènes vitaux : 1° les phénomènes d'usure, de *destruction vitale*, qui correspondent aux phénomènes fonctionnels de l'organisme; 2° les phénomènes plastiques ou de *création vitale*, qui correspondent au repos fonctionnel et à la régénération organique [1].

» Où trouver ces deux grands ordres dans la vie élémentaire manifestée de la levure de bière? D'après ce qui a été dit plus haut, si la levure de bière se détruisait en fonctionnant, il n'y aurait pas de levure de bière; si, comme le dit Claude Bernard, la vie était la mort, il n'y aurait pas de vie. Quand il est question d'un plastide isolé, nous appelons *fonctionnement*

---

(1) Claude Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, p. 125.

celui ou ceux des phénomènes qui nous frappent le plus au cours de la vie élémentaire manifestée; cela seul permet d'affirmer, par définition même, que le fonctionnement est concomitant de l'assimilation : la levure de bière se multiplie *pendant* qu'elle fait fermenter le moût.

» En est-il de même chez un métazoaire? Le corps d'un homme est composé de millions d'éléments anatomiques dont chacun a sa vie élémentaire propre; le milieu intérieur dans lequel chaque élément puise ce qui est nécessaire aux réactions de sa vie élémentaire manifestée est relativement restreint, par rapport à la masse des éléments anatomiques, et se renouvelle assez lentement. Chacun de ces éléments ne contient pas tout ce qui est nécessaire à sa vie élémentaire manifestée dans le milieu intérieur de l'organisme : séparé du nerf qui y aboutit, tel élément, plongé dans un milieu favorable à ses voisins, se détruit petit à petit. Il se trouve donc dans les conditions de la troisième alternative de tout à l'heure; il est comparable à un morceau de protoplasma d'infusoire séparé de son noyau. En dehors de l'action de l'influx nerveux, l'élément anatomique incomplet n'est pas au repos chimique; il s'oxyde (respire), donc il se détruit. Si l'on part de l'étude des organismes unicellulaires, on se trouve ainsi amené à renverser la proposition de Claude Bernard et à établir la loi de l'*assimilation fonctionnelle : 1° les phénomènes d'assimilation, de création vitale, correspondent aux phénomènes fonctionnels de l'organisme; 2° les phénomènes d'usure, de destruction vitale, correspondent au repos fonctionnel.*

» Je ne puis m'étendre, dans cette courte Note, sur toutes les vérifications que trouve, dans les faits connus, la loi de l'assimilation fonctionnelle; je les étudierai ailleurs. Mais il me semble qu'on doit, même *a priori,* accorder plus de créance à une comparaison entre les éléments anatomiques d'un métazoaire et les plastides isolés, qu'à une autre comparaison, beaucoup moins légitime, de l'organisme des êtres supérieurs avec une machine mécanique dont les pièces s'usent à la longue par le fonctionnement. Or, c'est à cette dernière comparaison seule que l'on peut attribuer la conception de la destruction fonctionnelle si universellement admise. L'assimilation fonctionnelle explique un grand nombre de faits obscurs de la morphogénie, l'accroissement des organes par l'activité, leur destruction par le repos; l'atrophie des organes inutiles, l'adaptation de l'organe à la fonction, le balancement organique, etc. Mais alors que devient le phénomène de fatigue? On sait qu'il est dû à l'accumulation dans l'organe des produits accessoires, appelés à tort *produits de désassimilation,* que la circulation élimine trop lentement. Ces produits entravent la

vie élémentaire manifestée de l'élément, comme l'alcool entrave le fonctionnement de la levure de bière. Si l'on transporte la levure de bière *fatiguée* dans un moût neuf dépourvu d'alcool, elle se trouve *rajeunie;* si l'on attend que la circulation ait éliminé les produits, dits de désassimilation, accumulés dans le muscle, le muscle est défatigué. »

ZOOLOGIE. — *La formation du schizozoïte dans la scissiparité chez les Filigranes et les Salmacynes.* Note de M. **A. Malaquin**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les Serpuliens appartenant aux genres *Filograna* et *Salmacyna* sont des petites Annélides doublement remarquables, par l'hermaphrodisme de l'une d'entre elles et les phénomènes de scissiparité qu'elles présentent.

» J'étudierai aujourd'hui chez ces deux genres, tellement voisins qu'on a proposé récemment de les fusionner en un seul, le développement de l'individu par scission ou *schizozoïte*. Je me propose de comparer, dans une Note ultérieure, ce développement à celui de l'*oozoïte*.

» Le schizozoïte se constitue toujours aux dépens de la région abdominale postérieure de l'individu souche; bien avant toute indication extérieure du phénomène de scissiparité, cet individu souche se distingue des autres par l'accumulation, dans la cavité cœlomique des douze à quinze derniers segments abdominaux, d'un tissu de réserve donnant à cette partie du corps une couleur orangée caractéristique. La première manifestation extérieure du schizozoïte se présente sous l'aspect d'un bourgeonnement clair, transparent du tissu ectodermique (comme cela a lieu dans des cas semblables chez les Syllidiens), apparaissant sur la face dorsale d'un segment abdominal (le huitième chez *S. Dysteri* et *F. implexa*). L'individu souche est presque toujours agame; toutefois j'ai observé des *S. Dysteri* hermaphrodites et des *F. implexa* femelles avec un schizozoïte en formation, mais je dois dire que c'est l'exception.

» I. *Formations nouvelles. Blastogénèse.* — Les tissus bourgeonnés, qui forment deux lobes épais (lobes céphaliques) débordant sur les côtés et qui sont d'abord localisés sur la face dorsale du segment qui les a produits, s'étendent latéralement puis arrivent à se rejoindre sur la face ventrale, séparant ainsi le futur schizozoïte de la souche. Cette dernière s'isole elle-même du schizozoïte par la formation d'un nouveau pygidium; l'intestin et quelques muscles longitudinaux rattachent seuls les deux individus. La région tout à fait antérieure, comprenant la tête et les deux premiers segments thoraciques seulement, se forment par blastogénèse.

» La portion purement céphalique se sépare du reste par deux encoches latérales très nettes et très profondes et les deux lobes latéraux céphaliques, dont il a été question plus haut, donnent naissance aux branchies : on sait qu'il existe, chez l'adulte, deux groupes réguliers de quatre branchies réunies à leur base en un tronc commun. Le lobe céphalique se divise d'abord en deux par un sillon, puis le plus dorsal des lobes secondaires ainsi formés se divise à son tour. Ce stade, où chaque lobe principal est divisé en trois lobes secondaires, persiste assez longtemps (comme dans le développement larvaire); plus tard un quatrième lobe se sépare du lobe le plus ventral. Ces quatre lobes branchiaux, d'abord arrondis et pleins, s'allongent, deviennent cylindriques et prennent une importance égale. Ils se creusent de bonne heure et un vaisseau branchial pénètre dans chacun d'eux; les pinnules y apparaissent ventralement sous forme de petits mamelons sur deux rangées; les cils vibratiles ne s'y développent que très tard. Le cerveau se forme entre les deux troncs branchiaux et la portion céphalique qui le renferme fait une saillie assez prononcée entre ces deux troncs.

» La constitution d'un nouveau stomodeum est un des phénomènes les plus importants et les plus curieux de la formation du schizozoïte. L'invagination stomodéale se fait tout autour de l'intestin, à l'endroit où il pénètre dans la zone des tissus en blastogénèse; ce sillon ectodermique est d'abord plus accusé sur les côtés et dorsalement que du côté ventral, de sorte qu'il y a constitution d'un *stomodeum annulaire* présentant une large échancrure du côté ventral. Ses parois sont épaisses et presque accolées, et par cela même la cavité pharyngienne est longtemps virtuelle. La paroi interne antérieure de l'invagination annulaire se soude à l'intestin et, en s'enfonçant dans le thorax, repousse en arrière l'intestin; la cavité du sillon stomodéal devient la cavité du pharynx qui est considérable.

» Les deux premiers segments sétigères thoraciques du schizozoïte se forment également par blastogénèse. Le plus antérieur apparaît le premier; c'est aussi le plus important par les formations qui en dépendent et qui sont : 1° la *membrane thoracique* si remarquable chez les Serpuliens; 2° la *collerette*. La membrane thoracique apparaît comme deux petits bourgeons latéro-dorsaux, creux au début, qui s'étendent ensuite sous forme d'épaulettes sur la face dorsale. A ce stade la valeur morphologique de la membrane thoracique doit être nettement déterminée comme une production parapodiale du premier segment thoracique. Par son apparition au-dessus du faisceau de soies et par ses connexions avec ce dernier, on serait en droit de la considérer comme une modification du cirre dorsal; toutefois, il est encore difficile de tenir cette homologie pour démontrée. Plus tard la membrane thoracique s'étend sur les segments suivants et réunit les différents faisceaux de soies dorsaux du thorax.

» II. *Transformation d'une portion préexistante de la souche.* — Les cinq ou sept segments thoraciques restants, au lieu d'être produits, comme les deux premiers, par blastogénèse, résultent d'une transformation des plus curieuses des segments préexistants qui appartenaient à l'abdomen de la souche. Pour bien comprendre les phénomènes qui vont se manifester dans cette région, il est nécessaire de rappeler la position respective des soies du thorax et de l'abdomen chez les serpuliens. Sur le thorax, il existe dorsalement un faisceau de soies longues et ventralement des plaques onciales; sur l'abdomen il y a inversion : les soies longues, plus grêles et différentes de forme, sont ventrales; au contraire, des plaques onciales (plus petites qu'au thorax,

sont dorsales. De très bonne heure, les plaques onciales des segments en question tombent et à leur place, dorsalement, apparaissent d'avant en arrière, des faisceaux de soies longues caractéristiques du thorax. Les soies ventrales grêles persistent plus longtemps, des plaques onciales apparaissent à côté, de sorte qu'il y a, pendant un certain temps, coexistence des anciennes soies abdominales avec les plaques onciales nouvelles du schizozoïte.

» III. L'abdomen et le pygidium schizozoïte se forment sans transformation aucune aux dépens de la portion restante de l'abdomen qui, pendant que se produisent les phénomènes ci-dessus décrits, s'est accru par formation de nouveaux segments en avant du pygidium et grâce aux réserves emmagasinées.

» En résumé, dans le développement du *schizozoïte*, il existe trois ordres de phénomènes bien distincts. 1° Il y a *blastogénèse* proprement dite; production d'un segment céphalique avec branchies, cerveau, stomodeum particulier de forme annulaire et des deux segments antérieurs du thorax avec les formations nouvelles de la membrane thoracique et de la collerette. 2° Il y a *transformation des parties préexistantes*, sans que toutefois il y ait blastogénèse dans les cinq à sept derniers segments thoraciques. 3° Il y a *scissiparité* proprement dite pour la région abdominale qui ne présente aucun changement. Le schizozoïte ressemble à l'individu issu de l'œuf, à l'oozoïte. »

TÉRATOLOGIE. — *Recherches sur l'influence de l'électricité sur l'évolution de l'embryon de la poule.* Note de M. **Camille Dareste.**

« J'ai constaté, depuis longtemps, dans mes recherches sur la tératogénie expérimentale, que les actions tératogéniques appliquées aux œufs de poule ne modifient pas seulement l'embryon lorsque l'évolution est commencée, mais qu'elles modifient virtuellement le germe, avant la mise en incubation, et, par conséquent, antérieurement à l'évolution. Ce fait a été pleinement confirmé, dans ces dernières années, par les recherches de M. Féré. Il a constaté que le germe peut être modifié virtuellement, avant la mise de l'œuf en incubation, soit par l'action de vapeurs toxiques, soit par l'injection, dans l'albumine, de solutions de substances toxiques. Cette modification virtuelle du germe se manifeste, pendant l'évolution, par la production des anomalies et des monstruosités.

» J'ai voulu savoir ce qui arriverait si l'on soumettait des œufs à des influences électriques, et j'ai fait dans ce but un grand nombre d'expériences, pour lesquelles M. le Dr Broca m'a prêté son concours, en met-

tant à ma disposition les instruments du Laboratoire de Physique de la Faculté de Médecine. Je lui adresse mes plus cordiaux remercîments.

» Voici les expériences que nous avons faites :

» 1° Nous avons placé les œufs, pendant une heure, dans un solénoïde de Tesla, parcouru par une décharge de condensateur d'environ 500 000 périodes par seconde;

» 2° Nous avons soumis les œufs à l'action d'étincelles produites par la machine Bonetty, munie de ses condensateurs. Les étincelles étaient de $0^m,12$.

» 3° Nous avons soumis les œufs à l'action d'étincelles d'induction produites par la bobine de Rhumkorff. Ces expériences ont été variées de diverses manières; elles duraient tantôt une minute, tantôt trois minutes; le courant entrait tantôt par le pôle positif, tantôt par le pôle négatif. La longueur des étincelles variait de 3^{cm} à 35^{cm}. Dans certaines de ces expériences, nous avons placé deux œufs à la suite l'un de l'autre, de manière que le courant passât par les deux œufs.

» Aussitôt après l'électrisation, les œufs étaient placés dans une couveuse chauffée à 38° environ. Ils étaient ouverts au bout de quatre ou de huit jours.

» Voici les résultats que j'ai obtenus, résultats absolument inattendus.

» Les œufs, placés dans le solénoïde, se sont développés d'une manière normale. Peut-être y avait-il, dans quelques-uns, un très léger retard dans le développement.

» Les autres, ceux qui avaient été soumis à l'action de l'électricité statique ou aux étincelles d'induction de la bobine de Ruhmhorff, se sont également développés. Dans quelques-uns, en petit nombre, le développement s'est fait d'une manière normale. Le plus grand nombre m'a présenté des anomalies, très diverses, mais qui toutes se rattachaient aux types tératologiques que j'ai vu apparaître dans mes expériences. Je n'ai rencontré aucun type tératologique nouveau. Comme dans toutes mes recherches, la gravité des anomalies était en rapport avec l'intensité de l'action têratogénique.

» Ainsi, le germe n'est pas atteint dans sa constitution matérielle par des actions électriques qui feraient périr des animaux adultes d'un certain volume. Et cependant je me suis assuré que les étincelles pénétraient dans les œufs. Leur passage était rendu manifeste par de petits trous de la chambre à air, dont les bords étaient carbonisés.

» Mais le germe ressent d'une autre façon l'influence électrique. Il est

virtuellement modifié dans la plupart des cas, comme le prouvent les faits tératologiques qu'il présente pendant son développement. L'électricité ne paraît donc pas agir autrement que toutes les causes qui modifient l'évolution, et lui impriment une direction différente de la direction normale. »

PHYSIQUE. — *Étude de l'action des diverses radiations du spectre solaire sur la végétation*. Note de M. C. **Flammarion**, présentée par M. Faye.

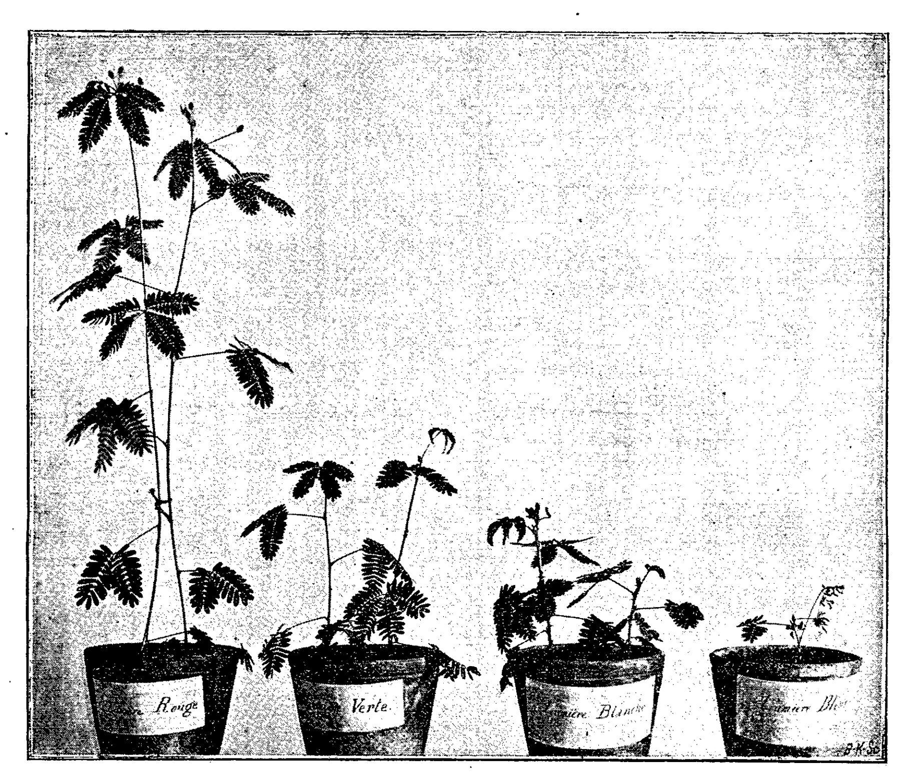
« Nous avons entrepris, à Juvisy, l'étude des diverses radiations du spectre solaire. Un actinomètre enregistreur de Violle à thermomètres blanc et noir conjugués, un actinomètre vaporisateur, un radiomètre de Crookes, un enregistreur des heures de Soleil, diverses séries de thermomètres coloriés sont en observation constante et permettent de calculer les calories reçues, suivant les saisons, suivant les heures du jour, l'état de l'atmosphère, etc. Le but de ces travaux est également de rechercher s'il y a quelque relation au fond de notre atmosphère et dans la question si complexe des climats, entre les calories reçues du Soleil et l'état de cet astre lui-même.

» Au cours de ces études, il nous a paru intéressant d'examiner l'action particulière du Soleil sur la végétation, laquelle est, elle aussi, une transformation de l'énergie solaire. Quels sont les rayons du spectre qui agissent avec la plus grande efficacité? On peut distinguer les rayons lumineux des rayons calorifiques et des rayons chimiques, chercher les caractères qui différencient les radiations lentes de l'extrémité rouge du spectre et les radiations rapides de l'extrémité violette, trouver quelles sont celles qui exercent l'influence la plus favorable sur certains phénomènes de la vie végétale.

» Dans ce but, nous avons fait construire des serres vitrées de verres soigneusement examinés au spectroscope. Il a été absolument impossible de trouver des verres violets parfaits, malgré l'examen de 22 échantillons : ils laissent tous passer des rayons rouges, jaunes, verts, etc. Nous avons pu obtenir des verres bleus très voisins du violet, qui ne se laissent traverser que par les rayons de l'extrémité droite du spectre. Les verres rouges sont presque monochromatiques, ne laissant passer qu'un peu d'orangé. Les verts sont moins satisfaisants. Nous avons placé ainsi, l'un à côté de l'autre et dans les mêmes conditions météorologiques, trois serres, *rouge, verte* et *bleue,* auxquelles nous en avons adjoint une blanche transparente, comme type de comparaison pour la lumière totale.

» Afin de nous rapprocher autant que possible des conditions de la nature et d'éviter une trop grande élévation calorifique, ces serres sont aérées par un courant d'air dirigé du sud au nord. La lumière extérieure ne peut pas pénétrer toutefois, même par un reflet, dans l'intérieur des serres colorées.

» Parmi de nombreux résultats obtenus, il nous paraît intéressant de signaler les faits observés sur des sensitives, choisies comme sujet d'expérimentation, précisément à cause de leur remarquable sensibilité.



Action des diverses radiations solaires sur la végétation.

» Ces sensitives, semées toutes le même jour (le 25 mai 1895), dans le même terrain, mesuraient environ $0^{m},02$ le 4 juillet. Nous avons fait alors un choix de plants égaux, que l'on mit en pots, dans du terreau parfaitement homogène et qu'on laissa sous châssis afin qu'ils ne se ressentissent pas de cette opération. Le 1er août, les pots, contenant chacun deux sensitives de $0^{m},027$ de hauteur, furent placés dans les serres.

» Dès le 15 août, se manifestaient des différences de taille, de coloration et de sensibilité. Ces différences s'accentuant de plus en plus, nous avons enregistré la marche

du développement sur la plaque impartiale d'un appareil de photographie. Voici les résultats obtenus :

	Rouge.	Verte.	Blanche.	Bleue.
	mm	mm	mm	mm
6 septembre..........	0,220	0,090	0,045	0,027
27 septembre.........	0,345	0,150	0,080	0,027
22 octobre...........	0,420	0,152	0,100	0,027

» Nous mettons sous les yeux de l'Académie la dernière de ces photographies.

» Ainsi, les sensitives de la serre rouge ont pris un développement extraordinaire et ont atteint une taille quinze fois supérieure à celle des plantes de la serre bleue. Celles-ci sont restées absolument stationnaires. La lumière rouge a produit l'effet d'un engrais chimique (quoiqu'il ne s'agisse pas ici de rayons actiniques). Ces plantes ont toutes été soignées également, c'est-à-dire simplement arrosées.

» La *sensibilité* de la rouge avait atteint un tel degré que le plus léger mouvement, un simple souffle, suffisait pour voir ses folioles se fermer et ses branches tomber toutes d'une pièce.

» De plus, la rouge a *fleuri* dès le 24 septembre.

» La blanche, au lieu de s'élever, a pris plus de force et une grande vigueur; elle a montré des boutons floraux, mais n'a pas fleuri.

» La sensitive rouge a un feuillage plus clair que la blanche; celle-ci est plus pâle que la verte; la bleue est plus foncée.

» La différence de température n'a pas été considérable entre les serres; toutefois la blanche est la plus chaude; viennent ensuite la rouge, la verte et la bleue. L'intensité lumineuse va en décroissant dans le même ordre, dans une proportion beaucoup plus grande.

» Tel est l'exposé sommaire des faits observés. Depuis longtemps déjà, de savants expérimentateurs ont étudié l'action des différentes radiations sur la végétation, notamment MM. Pfeffer, Prillieux, Sachs, Guillemin, de Famitzin, Draper, Paul Bert. Ce sont les résultats de Paul Bert qui se rapprochent le plus des nôtres; toutefois, ses expériences ont été faites, non en pleine campagne, mais dans la serre chaude de la Faculté de Médecine, et d'octobre à janvier, dans une lumière relativement faible. Ses résultats classaient le développement dans l'ordre suivant :

Lumière : blanche — rouge, — bleue, — verte.

» Nous avons trouvé, pour le développement en hauteur :

Rouge, — verte, — blanche, — bleue

et pour la vigueur et l'activité de la végétation :

Rouge, — blanche, — verte, — bleue.

» La serre bleue ne laisse pas passer de rouge du tout. Cependant les plantes n'y meurent pas.

» Nous avons observé des phénomènes analogues, mais moins développés, sur des géraniums, des fraisiers, des pensées, etc. Les fraises de la serre bleue n'étaient pas plus avancées en octobre qu'en mai.

» En laissant aux botanistes le soin d'expliquer ces résultats, nous nous bornerons à faire remarquer que, d'après les travaux de MM. Dehérain, Vesque, Timiriazeff, Engelmann, Wiesner, etc., les radiations rouges et orangées augmentent la respiration des feuilles, l'assimilation du carbone, et favorisent la transpiration. Il doit en résulter un accroissement de circulation et de nutrition [1]. »

M. **Armand Gautier**, à propos de la Communication de M. Flammarion, présentée par M. Faye, s'exprime comme il suit :

« Je puis confirmer partiellement les expériences de M. Flammarion, rapportées par M. Faye. J'ai eu l'occasion, il y a douze ans, d'étudier l'accroissement des végétaux dans des chambrettes contiguës que j'avais fait vitrer avec des verres de couleurs et ayant toutes même exposition. Les végétaux (Légumineuses, Iris, Renoncules) croissaient bien dans la lumière rouge clair, moins bien dans la jaune, ils s'étiolaient rapidement dans la violette et mouraient derrière les verres verts. Mais j'ai cru remarquer à cette époque que l'espèce végétale, et même les variétés lorsque la fleur est diversement colorée, influent sur l'impressionnabilité de la plante à chaque sorte de lumière. Assurément ce ne sont pas là des expériences définitives, ni faites avec des lumières tout à fait homogènes, mais la différence était si grande avec chaque sorte de verres colorés qu'il n'y a pas de doute sur l'influence qu'exercent chaque espèce de lumières, même non homogènes.

» A propos de ces expériences, j'ajouterai encore que je me suis aussi demandé à cette époque si un faible courant électrique agit sur l'accroissement des plantes. Pour le savoir, j'ai mis des vases à fleurs dans un courant de trois éléments thermo-électriques, de la valeur de trois Bunsen environ. Le courant entrait par un côté du vase et sortait par l'autre. Il passa nuit et jour, durant deux mois et demi. Au bout de ce temps, les plantes

---

(1) Ces expériences ont été faites avec le concours de M. Georges Mathieu, attaché à la Section de Climatologie de l'observatoire de Juvisy.

croissant dans le sol placé dans le courant s'étaient accrues de plus du double des plantes témoins placées à côté dans des vases ordinaires également exposés. »

M. **Émile Blanchard** présente les remarques suivantes, sur les colorations de certains insectes de l'ordre des Lépidoptères :

« J'ai fait de nombreuses expériences en vue de modifier la couleur de certains Lépidoptères; ces expériences ont porté particulièrement sur le papillon connu sous le nom vulgaire de *Paon de jour* (*Vanessa Io*), de tous nos Lépidoptères le plus richement coloré. Prenant de jeunes chenilles à peine au sortir de l'œuf, je les plaçais dans des boîtes sous des verres, les uns rouges, les autres verts ou bleus, d'autres encore violets. Au jour de l'éclosion, aucune couleur n'avait subi la plus légère modification. Des individus élevés dans une complète obscurité étaient éclos aussi brillamment parés que les individus élevés en pleine lumière. Comme les chenilles du Paon de jour se nourrissent d'orties, dans des boîtes bien closes, les tiges d'orties, passant par de petits trous au fond de la boîte, étaient reçues dans un vase rempli d'eau, de façon à n'être pas souvent renouvelées; le moment venu où un renouvellement devenait nécessaire, l'opération se faisait dans une chambre tout à fait obscure. Malgré tous les soins, aucune nuance de l'aile des papillons ne fut altérée.

» On avait pourtant un point de départ qui semblait bien indiqué : l'action de la lumière. Une petite espèce du genre des Vanesses, connue sous le nom vulgaire de *Carte géographique,* à raison du dessin de ses ailes, a deux générations annuelles; chez les individus dont toutes les métamorphoses s'accomplissent en été, les ailes sont noires : c'est la *Vanessa prorsa*. Chez les individus dont les chrysalides passent l'hiver, les ailes sont fauves : c'est la variété *Levana*. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur quelques empreintes végétales des gisements houillers du Brésil méridional;* par M. **R. Zeiller**, présentée par M. Daubrée.

« Il existe dans la région méridionale du Brésil, particulièrement dans la province de Rio Grande do Sul, un certain nombre de petits bassins houillers, constitués par des couches en général peu inclinées, qui se sont

déposées dans des cuvettes formées par les roches anciennes. On n'a eu, jusqu'à présent, que peu de renseignements sur leur flore et l'âge en est resté quelque peu incertain, aucune espèce déjà observée ailleurs n'y ayant été encore reconnue.

» En 1869, M. Carruthers avait décrit ([1]), d'après des échantillons rapportés par M. N. Plant du bassin du Candiota et du Jaguarâo, sur la limite de l'Uruguay, trois formes spécifiques nouvelles : une Lépidodendrée, *Flemingites Pedroanus,* une Fougère, *Odontopteris Plantiana,* et une feuille ayant quelque analogie avec les Cordaïtées, *Nœggerathia obovata.*

» Il avait conclu que les couches de ce bassin appartenaient à la période carbonifère.

» En 1891, M. Hettner a annoncé ([2]) que, parmi les empreintes rapportées par lui d'un bassin situé un peu plus au nord, sur la rive gauche du Jacuhy, celui de l'Arroyo dos Ratos, M. le professeur Koken avait reconnu « des représentants de la flore à *Glossopteris* », dont la présence l'a conduit à rapporter ce gisement à la période triasique, mais qu'il n'a pas autrement spécifiés.

» Les observations que j'ai pu faire récemment, sur des échantillons de cette même provenance, me permettent d'ajouter à ces premières données quelques renseignements un peu plus précis.

» Son Altesse Madame la Comtesse d'Eu a bien voulu, sur la demande de M. Daubrée, m'autoriser, avec une libéralité dont je suis heureux de lui exprimer ici toute ma reconnaissance, à étudier la nombreuse série d'échantillons de schistes charbonneux de la mine d'Arroyo dos Ratos comprise dans sa collection de roches et de minéraux du Brésil, et à en prélever quelques spécimens pour l'École des Mines. A l'inverse de ce qui a lieu d'ordinaire, les débris de plantes contenus dans ces schistes sont presque tous dépourvus de leur cuticule et transformés en fusain, aussi bien en ce qui concerne les feuilles et les écorces que les fragments de bois, de sorte que la détermination en est assez difficile. J'ai pu néanmoins y reconnaître, sans doute possible, une Lépidodendrée commune dans les dépôts houillers de l'Europe et de l'Amérique du Nord, le *Lepidophloios laricinus*, qui, comme on sait, s'élève jusqu'au sommet du Stéphanien et a même été retrouvé dans des couches déjà permiennes. Ces schistes renferment, en outre, en abondance les mêmes organes que M. Carruthers

---

([1]) *Geological Magazine,* t. VI, p. 151-156, Pl. V, VI.

([2]) *Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde,* t. XXVI, p. 91, 124, 125.

a compris sous le nom de *Flemingites Pedroanus*, à savoir de grosses macrospores triradiées, des feuilles détachées à profusion, et des lambeaux d'écorces, à coussinets rhomboïdaux allongés longitudinalement, qui prouvent qu'on a affaire à un véritable *Lepidodendron;* enfin, un fragment, très mal conservé malheureusement, semble indiquer la présence d'un *Stigmaria;* mais il ne s'est trouvé, avec ces divers types de la flore houillère de l'hémisphère boréal, aucun représentant de la flore à *Glossopteris*.

» Désirant, dans ces conditions, vérifier l'exactitude de l'indication donnée par M. Hettner, j'ai pris la liberté, avec son autorisation, de demander à M. le Professeur Beyrich communication des échantillons déposés par lui au Musée de Berlin, et j'ai pu, grâce à l'accueil bienveillant qui a été fait à ma demande, étudier les mieux conservés d'entre eux; M. le Dr Potonié a bien voulu, en outre, faire faire sous ses yeux et m'envoyer un excellent dessin d'un autre échantillon, trop fragile pour supporter le voyage; je me fais un plaisir d'adresser, à M. le Professeur Beyrich et à lui, mes plus vifs remercîments. J'ai pu ainsi reconnaître la présence, dans le gisement d'Arroyo dos Ratos, à côté des types cités tout à l'heure, du *Gangamopteris cyclopteroides*, var. *attenuata*, l'une des formes les plus caractéristiques de la flore à *Glossopteris*, telle qu'on l'observe dans les couches indiennes de Karharbari, dans le bassin de Mersey en Tasmanie, et dans les grès de Kimberley au sud de l'Afrique.

» Il est à remarquer, d'autre part, si l'on se reporte aux espèces décrites par M. Carruthers, que le *Nœggerathia obovata* paraît se rapprocher singulièrement de l'*Euryphyllum Whittianum* des couches de Karharbari; quant à l'*Odontopteris Plantiana*, il n'est pas sans offrir quelque analogie avec le *Nevropteridium validum* de ces mêmes couches, mais il paraît en même temps avoir des affinités marquées avec certaines formes de Fougères de notre Permien inférieur.

» On est donc là en présence d'un mélange de types de notre flore houillère de l'hémisphère boréal et de types de la flore à *Glossopteris* de la région austro-africaine et australo-indienne, essentiellement attesté, d'un côté par le *Lepidophloios laricinus* et, de l'autre, par le *Gangamopteris cyclopteroides*, et il est d'autant plus intéressant de constater dans la province de Rio Grande do Sul une telle association de formes, qu'à l'ouest, dans la République Argentine, à Bajo de Velis, province de San Luis, la flore à *Glossopteris* du niveau de Karharbari paraît, d'après un travail récent de M. le Dr F. Kurtz [1], régner sans partage. On est ainsi en droit de con-

---

[1] *Revista del Museo de la Plata*, t. VI, p. 125-139, Pl. I-IV.

clure que la région méridionale du Brésil marquait la limite commune des deux grandes provinces botaniques dont j'ai signalé jadis l'existence à propos de la flore des houilles rhétiennes du Tonkin, et entre lesquelles s'est longtemps partagée la végétation de notre globe, l'une comprenant tout l'hémisphère boréal et sans doute une partie de l'Afrique centrale, l'autre s'étendant depuis l'Afrique australe jusqu'à l'Amérique du Sud en englobant l'Inde et l'Australie.

» En même temps, ce mélange de types végétaux conduit à rapporter les dépôts charbonneux du Brésil méridional à la fin de l'époque houillère ou au début de l'époque permienne, les indications fournies par le *Lepidophloios laricinus* d'une part, et de l'autre par l'*Odontopteris Plantiana*, espèce à affinités permiennes, concordant avec celles qui résultent de la présence du *Gangamopteris cyclopteroides :* les couches dans lesquelles ce dernier se rencontre dans l'Inde, en Australie et au Cap sont, en effet, regardées par les géologues locaux comme correspondant au Permien ou au sommet du Carbonifère supérieur, et cette détermination d'âge trouve dans cette concordance même une remarquable confirmation.

» J'ajouterai que dans ces gisements houillers du Brésil, comme dans plusieurs de nos dépôts stéphaniens ou permiens, se trouvent de nombreux fragments de bois silicifiés : je signalerai un échantillon de l'un d'entre eux, provenant du bassin du Jaguarão et faisant partie de la collection de Madame la Comtesse d'Eu, comme constituant un type spécifique nouveau, différant du bois de Cordaïtes par sa moelle non cloisonnée et parcourue en outre par de nombreux canaux sécréteurs, comme celle des Cycadées; je me propose de le désigner sous le nom de *Dadoxylon Pedroi*, en mémoire de feu Sa Majesté l'Empereur Don Pedro II. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Une nouvelle maladie des feuilles de mélèze.* Note de M. **Émile Mer**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Au mois de juin 1890, je remarquai, dans la pépinière domaniale de Bellefontaine, près Nancy, plusieurs mélèzes de deux à trois ans sur lesquels certaines feuilles étaient jaunes et d'autres commençaient à brunir. L'examen microscopique me fit voir, dans leur parenchyme, d'assez nombreux filaments mycéliens, indice de l'origine parasitaire de la maladie; ces filaments étaient cloisonnés. A l'œil nu on n'apercevait aucune trace d'appareil reproducteur; mais, dans quelques préparations faites à travers les parties brunes des feuilles, je constatai, à la face inférieure de

ces organes, de chaque côté de la nervure, la présence de bouquets de très petites conidies. Peu de temps après, j'observai cette maladie sur des sujets provenant de la même pépinière, qui avaient été transplantés dans la forêt de Champenoux. Je n'eus pas le loisir de pousser plus loin mes observations cette année-là. Au printemps de 1891, d'après ce qui me fut dit, la maladie n'avait pas reparu.

» Dans le courant de l'été de 1892, je constatai son apparition dans plusieurs pépinières de la forêt de Gérardmer, à des altitudes comprises entre 800^m et 900^m. En 1893, mais surtout en 1894, année où les mois de juillet et d'août furent très pluvieux dans la région des hautes Vosges, l'infection se propagea avec une telle intensité qu'à la fin de ce dernier mois tous les mélèzes des pépinières étaient plus ou moins atteints; beaucoup d'entre eux commençaient à perdre leurs feuilles. Pendant ces trois années, j'eus donc l'occasion d'étudier la marche de la maladie avec plus de soin. Voici les principaux faits que j'ai observés.

Au commencement de juillet, les feuilles des branches basses jaunissent. Les individus les plus faibles sont atteints de préférence et le sont même jusque dans leurs branches supérieures. Puis les feuilles jaunes brunissent peu à peu, en commençant par l'extrémité. Tant qu'elles restent jaunes, on trouve peu de mycélium dans leur parenchyme. Quant aux fructifications signalées plus haut, elles font encore défaut. Mais dès que le brunissement commence, le mycélium devient plus abondant et l'on voit apparaître, à la face inférieure de la feuille, de part et d'autre de la nervure, et la côtoyant, une file de bouquets de conidies sortant par les stomates. Le plus souvent c'est seulement dans cette région que les fructifications s'observent. Cependant il n'est pas rare d'en voir, en outre, sur divers autres points de la face inférieure, plus éloignées, par conséquent, de la nervure, mais toujours sortant par les stomates. Enfin, on en observe parfois aussi à la face supérieure, de chaque côté de la nervure. Lorsque les corps reproducteurs se remarquent dans la première de ces trois situations, ils peuvent faire défaut dans l'une des deux autres, dans la troisième surtout, ou dans les deux à la fois; mais, quand ils se rencontrent dans celles-ci, ils ne manquent jamais dans la première qui reste en fin de compte leur lieu de prédilection.

» Quand les feuilles ont bruni dans toute leur étendue, ce qui arrive en août, septembre et octobre, elles restent quelque temps encore adhérentes, puis finissent par tomber un ou deux mois avant l'époque de leur chute normale. Un certain nombre de feuilles, celles qui ont été attaquées

les premières, se détachent même plus tôt, dans le courant de l'été.

» Cette affection ne fait pas périr en une année les sujets atteints, mais, par suite de sa réapparition plusieurs années de suite et du nombre toujours croissant de feuilles malades, la nutrition du jeune plant se ralentit de plus en plus, et la végétation devient toujours plus languissante, jusqu'au dépérissement complet qui survient au bout de deux ou trois ans. Les sujets très vigoureux résistent un peu plus longtemps.

» Je n'ai pas remarqué de mycélium dans les rameaux. Celui-ci n'est donc pas pérennant, et l'on se trouve bien en présence d'une maladie parasitaire des feuilles, maladie qui se reproduit l'année suivante. Mais comment se reproduit-elle? Est-ce par les conidies que je viens de signaler? Ces corpuscules, en se disséminant d'une feuille âgée sur une feuille en évolution, propagent sans doute l'infection dans le courant d'une saison végétative, mais la transmettent-ils aussi d'une année à l'autre, ou bien ce rôle est-il dévolu à d'autres organes de fructification, non encore observés, lesquels se développeraient sur les feuilles mortes gisant sur le sol, dans le courant de l'hiver ou au début du printemps? Pour s'en assurer, il y aurait lieu d'examiner ces feuilles aux mois d'avril et de mai.

» Quoi qu'il en soit, c'est par les feuilles tombées à l'automne précédent que la maladie se communique à celles de l'année. Cette opinion se trouve confirmée par le fait suivant. Au mois d'octobre 1894, j'ai fait enlever et brûler, peu avant leur chute, les feuilles contaminées; or, en 1895, malgré un printemps assez pluvieux, la maladie a été très restreinte, et d'autant plus que l'opération avait été faite avec plus de soin. Ce procédé est donc à recommander, non seulement parce qu'il est efficace, mais encore parce qu'il est d'un emploi commode. Les feuilles, en effet, se détachent aisément à cette époque de l'année; il suffit de passer la main le long de chaque plant pour recueillir par poignées toutes celles qui sont atteintes. Quant aux feuilles tombées précédemment, elles forment sur le sol de petits amas qu'on peut facilement incinérer ensuite. Mais il est encore préférable de transplanter les sujets malades dans des pépinières indemnes après les avoir dépouillés de leurs feuilles ou, s'ils sont assez grands, de les repiquer en forêt.

» J'ai encore observé cette maladie dans des jardins d'agrément, sur de jeunes arbres de 2^m à 3^m de hauteur; mais je ne l'ai pas rencontrée sur des mélèzes de soixante ans, soit isolés dans les prairies, soit en massif dans la forêt. Cela tient, sans doute, à ce que, leurs branches inférieures se trouvant à plusieurs mètres au-dessus de terre, les organes reproducteurs ne

peuvent les atteindre facilement. C'est pour le même motif que les feuilles d'érable sont de moins en moins atteintes par le *Rhytisma acerinum*, à mesure qu'elles sont plus élevées.

» Je n'ai trouvé la description de cette maladie dans aucun Recueil. J'ai remis des échantillons de mélèzes attaqués à M. Paul Vuillemin, dont la compétence en mycologie est bien connue, pour qu'il fasse de ce champignon une étude complète qui lui permette d'en établir la diagnose. »

M. **Alfred Basin** adresse des « Recherches sur le meilleur système de construction des barrages ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 novembre 1895.

Bulletin des Sciences mathematiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Octobre 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 br. in-8°.

Description des sections transversales de 100 *espèces de bois indigènes*, par M. André Thil, Inspecteur des Forêts. Paris, Tempère, 1895; 1 br. in-4°, avec Atlas. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Julien Vesque, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences et à l'Institut agronomique, 1848-1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

Les algues des sources sulfureuses de Caldas de Bohi (*Pyrénées espagnoles*), par M. Joseph Conière. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1895; 1 br. in-8°.

Séminium cellulaire dans le carcinome et l'épithéliome et diagnostic de la généralisation par l'examen du sang, par M. le Professeur G. Nepveu. Paris, 1895; 1 br. in-8°.

Tremblement hystérique, par M. le Dr P. Delmas. (Extrait des *Mémoires et

Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie et du *Journal de Médecine de Bordeaux*). Paris, O. Doin, 1894; 1 br. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 19 novembre 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Jeudi 14 novembre 1895; 1 fasc. gr. in-8°.

Astronomische Mittheilungen von der Königlichen Sternwarte zu Göttingen. Herausgegeben von Dr Wilhem Schur, Professor der Astronomie und Director der Sternwarte. Göttingen, 1895; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. New series, vol. XXII; Whole series, vol. XXX. Boston, 1895; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 9 décembre 1895.)

Note de M. *Amagat*, Sur les variations du rapport des chaleurs spécifiques, etc. :

Page 865, ligne 7, *au lieu de* γ décroît assez rapidement avec la température, *lisez* γ décroît assez rapidement quand la température augmente.

Note de M. *Izarn*, Sur la photographie des ondes stationnaires lumineuses :

Page 885, ligne 3, à partir du bas, *au lieu de* couleur sensibilisée, *lisez* une couche sensibilisée.

Page 886, ligne 3, à partir du haut, *au lieu de* miroir de platine, *lisez* miroir de mercure.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 23 DÉCEMBRE 1895,

PRÉSIDÉE PAR M. MAREY.

M. **Marey** prononce l'allocution suivante :

« Messieurs,

» L'année qui va finir s'annonçait pour nous comme des plus heureuses, elle achevait le premier siècle d'existence de l'Institut de France et fournissait l'occasion de nous réjouir des progrès accomplis pendant cette période.

» Dans les cent dernières années, le monde a été véritablement transformé par la Science; or, parmi les génies bienfaisants qui ont accompli tant de merveilles, notre Compagnie est justement fière de revendiquer d'illustres noms.

» Les Membres de l'Institut de France, ses Associés et ses Correspondants ont été conviés à célébrer, le 24 octobre dernier, le centième anniversaire de notre grande famille. L'empressement qu'ils ont mis à répondre à cet appel montre quels liens étroits, quelle affection mutuelle créent entre les hommes une foi commune dans la Science, une même passion pour la vérité.

» Mais un voile de deuil a plané sur ces fêtes où devait régner une joie sans mélange. Les adresses de félicitations, qui nous arrivaient de tous pays, contenaient aussi des condoléances : Pasteur n'était plus parmi nous.

» Bien d'autres vides encore se sont faits dans nos rangs; la mort nous avait rarement été aussi sévère et j'aurai le triste devoir de dérouler devant vous la liste trop longue des savants disparus au cours de cette année.

» La Section de Médecine et Chirurgie a perdu Aristide-Auguste-Stanislas Verneuil qu'elle s'était attaché en 1887. Dans ce trop court espace de huit années qu'il a passé parmi nous, Verneuil avait conquis l'affection et l'estime de tous ses Confrères; nous aimions à l'entendre exposer dans un langage élégant, facile et souvent animé d'un souffle de passion, ses idées sur la Chirurgie qu'il ne séparait ni de la Médecine, ni de la Physiologie, et qu'il voulait savante, précise dans ses diagnostics, prudente dans ses interventions. En maintes circonstances, la voix si autorisée de Verneuil s'est élevée, solennelle et sévère, contre ce qu'il nommait les audaces et les imprudences de la Chirurgie moderne.

» Était-ce donc un esprit rétrograde que celui de notre Confrère? L'histoire de toute sa vie protesterait contre une telle insinuation. Mais la révolution profonde qui s'est produite à notre époque dans la Chirurgie opératoire explique et justifie le rôle de pondérateur que Verneuil a cru devoir prendre vers la fin de sa carrière.

» Plus jeune de quelques années que notre regretté Confrère, j'ai cependant assisté à ses débuts. En 1849, il était déjà l'un des jeunes hommes que l'opinion désignait à un brillant avenir : Verneuil n'a pas trahi ces espérances.

» Anatomiste consommé, il fut un des promoteurs de l'application du microscope au diagnostic des tumeurs; clinicien non moins habile, il s'est attaché à montrer l'influence des maladies constitutionnelles sur l'évolution des lésions chirurgicales. Enfin, devenu chef d'École, il s'efforça d'initier les élèves à la précision du diagnostic, discutant avec eux sur l'opportunité des différents moyens de traitement qu'il convenait d'employer avant de recourir à une opération sanglante, cette *ultima ratio* de la Chirurgie.

» On conçoit le trouble profond que devait apporter, dans l'esprit de Verneuil, la révolution dont je parlais tout à l'heure et qui se produisit vers 1871, lorsque les théories de notre illustre confrère Pasteur furent appliquées par Lister à la Chirurgie opératoire : on vit alors que les plaies

chirurgicales guérissent presque toujours sans complications, quand on a soin de les mettre à l'abri des microbes infectieux. De jeunes hommes rapportaient d'Angleterre les procédés du maître, s'astreignant aux minutieuses pratiques destinées à détruire les germes microbiens, sur leurs mains, sur leurs instruments, sur les pièces de pansement et jusque dans l'atmosphère des salles d'opérations. Ces adeptes de la nouvelle méthode avaient des succès merveilleux.

» L'innocuité de l'instrument tranchant accrut l'audace des opérateurs, et tandis que nos anciens maîtres avaient une crainte presque superstitieuse d'ouvrir la cavité du péritoine ou même celle d'une articulation, la génération nouvelle, n'ayant plus ces frayeurs, n'hésitait devant aucune intervention chirurgicale. Un organe profond était-il le siège de douleurs persistantes, on soulageait le malade en enlevant cet organe.

» La Chirurgie devait-elle donc se réduire à l'habileté opératoire? La précision du diagnostic par laquelle on détermine le siège précis d'une lésion ne servait-elle de rien? Était-il donc inutile de discerner l'altération passagère d'un organe de sa dégénérescence irrémédiable?

» Verneuil ne le pensa pas, et il se fit le champion de la Chirurgie conservatrice dans tous les cas où elle était praticable. Il montra que l'ablation d'un organe douloureux ne supprime pas toujours les troubles que cette douleur avait fait naître, tandis qu'elle peut entraîner les plus graves conséquences pour la santé physique ou morale de l'opéré.

» Et si la Chirurgie moderne s'est assagie, si elle tend à user avec plus de discrétion des avantages immédiats de l'antisepsie, la lutte ardente de Verneuil contre l'abus des opérations n'est pas étrangère à cette réaction salutaire.

» Mais s'il a combattu les excès auxquels peut entraîner la méthode antiseptique, Verneuil était trop clairvoyant pour méconnaître les bienfaits de cette méthode et pour ne pas saisir la haute portée de la doctrine microbienne dont elle dérive.

» Il fut l'un des premiers et des plus fervents admirateurs des travaux de Villemin sur l'origine parasitaire de la tuberculose; avec l'ardeur qu'il apportait en tout, il fonda et anima de son zèle une Ligue destinée à combattre les progrès de cette redoutable maladie. Verneuil soutint également l'origine microbienne du tétanos; il croyait aussi que le cancer avait une cause de ce genre, et l'une des dernières satisfactions de sa vie fut d'espérer que les travaux des bactériologistes français délivreraient l'humanité de ce fléau.

» C'est notre confrère Bouchard qui a recueilli ces impressions dernières de Verneuil mourant. Elles montrent bien le noble cœur de celui dont nous déplorons la perte et qui, jusqu'à son dernier souffle, n'a eu de pensées que pour les progrès de la Science et pour la gloire de son pays.

» Le 28 septembre dernier, nous avons eu la douleur d'apprendre la mort de notre illustre confrère Louis Pasteur. Le monde entier fut en deuil ce jour-là, car aucun savant, aucun homme, peut-être, n'a recueilli tant de gloire unie à une pareille popularité.

» La vie de Pasteur a été belle entre toutes : il a connu les émotions de la lutte, la gloire du triomphe et la joie intime d'avoir été l'un des grands bienfaiteurs de l'humanité. Il a eu cette rare fortune d'être compris de ses contemporains et de recueillir, vivant, l'expression de la reconnaissance et de l'admiration des hommes.

» Dans un élan d'enthousiasme, chacun a voulu pour sa part concourir à son œuvre et l'on a vu, dans une vaste souscription, affluer de tous les pays du monde l'obole du pauvre et l'or du riche; on a vu, dans une solennité émouvante, le chef de l'État, les représentants des diverses nations, les savants les plus illustres apporter à notre Confrère l'hommage de leur respect et de leur reconnaissance.

» Dès ce moment, Pasteur avait accompli sa tâche; il avait fondé ses doctrines, créé ses méthodes et formé une École destinée à continuer son œuvre. Rassasié de gloire et sentant s'approcher le terme de sa vie, il ne témoignait qu'un regret, celui de se séparer des êtres qui lui étaient chers.

» Le dernier vœu de l'illustre mort va bientôt s'accomplir, et c'est dans le lieu de repos qu'il avait désigné lui-même, que nous irons saluer encore une fois notre cher et glorieux Pasteur.

» Une faveur spéciale et bien méritée permet à sa noble compagne et à ses enfants bienaimés de conserver auprès d'eux sa précieuse relique. Les savants dévoués qui furent ses collaborateurs, qui continuent son œuvre et transmettent ses doctrines, formeront une garde d'honneur autour de sa tombe. Il sera toujours vivant pour eux, ce penseur profond, cet expérimentateur incomparable.

» Quant à nous qui avons eu l'honneur de le compter dans nos rangs, nous garderons toujours la mémoire de ce Confrère aimé et vénéré entre tous, qui nous a livré une à une ses pensées, ses découvertes et ses espérances que le succès a toujours dépassées.

» Nous nous souviendrons aussi des amertumes qui ne lui ont pas été

épargnées, des contradictions obstinées auxquelles il était trop sensible, mais sans lesquelles peut-être son œuvre eût été moins parfaite, car la lutte grandissait Pasteur. A chaque coup nouveau porté contre ses doctrines, il ripostait par un supplément de preuves qui les affermissait davantage. Il poursuivait ainsi sa carrière, accumulant les démonstrations irréfutables et ne s'arrêtant qu'à l'évidence.

» Si chacune des découvertes de Pasteur est admirable, plus merveilleux encore est l'enchaînement qui les relie entre elles. Nul mieux que lui n'a montré la puissance de la pensée humaine poursuivant une idée juste et simple dans toutes ses conséquences, dans tous ses développements.

» Le monde entier connaît les travaux de Pasteur par les bienfaits qu'il en a recueillis. L'Agriculture, la Physiologie, les Sciences médicales et un grand nombre d'industries ont été par lui transformées; on ne compte plus ni les millions dont il a accru la richesse publique, ni les milliers d'existences humaines qu'il a conservées. Mais peu d'hommes connaissent l'œuvre du savant dans son développement méthodique, et l'ont pu suivre pas à pas depuis ses premiers essais jusqu'à ses derniers triomphes. C'est là cependant qu'est son plus pur titre de gloire, et c'est ce qui le montrera aux générations futures comme l'un des plus nobles modèles à suivre, comme l'un des plus grands éducateurs de l'esprit humain.

» Il appartient aux disciples de Pasteur d'écrire l'histoire complète de sa vie scientifique; ce sera le monument le plus durable qu'on puisse élever à sa mémoire.

» Des mains pieuses recueilleront sans doute les instruments dont s'est servi Pasteur, ses manuscrits, les objets qui lui étaient familiers, les appareils sans nombre qu'il créait au cours de ses recherches et qu'il modifiait suivant les besoins de ses expériences. Quel musée plus riche en enseignements que celui qui, joignant la démonstration concrète aux explications du livre, ferait revivre ainsi tout entier l'esprit lumineux et créateur de notre grand mort!

» Dépositaire de tels trésors, l'Institut Pasteur deviendra pour ainsi dire un lieu de pèlerinage où se rencontreront, animés d'une égale reconnaissance et d'un égal respect, ceux qui doivent à Pasteur la vie d'êtres aimés et ceux qui devront à ses exemples la foi dans la Science et l'affermissement de leur cœur dans la lutte pour la vérité.

» Félix-Hippolyte Larrey, né à Paris le 18 septembre 1808, et mort à

Bièvres le 8 octobre dernier, était fils de l'illustre chirurgien de l'empereur Napoléon Ier. La naissance de Larrey décida de toute sa carrière. Dès l'âge de 18 ans, il entrait dans le service de santé de l'armée; il y est resté jusqu'à l'âge de la retraite.

» Pendant cette longue période, Larrey mena l'existence la plus active. Il était à peine reçu docteur en 1832 quand éclata la grande épidémie de choléra, qui ravagea presque toute la France et sévit avec une violence particulière à l'hôpital militaire du Gros-Caillou. Ce fut pour le jeune Larrey la première occasion de montrer son courage, son activité et son dévouement, qualités qu'il devait déployer plus tard en maintes circonstances. Nommé bientôt aide-major, il assista au siège d'Anvers dont il a relaté l'histoire chirurgicale.

» Il obtint au concours, en 1841, la place de professeur à l'École militaire du Val-de-Grâce, que lui disputèrent de redoutables concurrents; il fut élu membre de l'Académie de Médecine en 1850.

» Les hautes situations que Larrey occupa dans la Chirurgie militaire étaient justifiées par son mérite, et lorsqu'il fit la campagne d'Italie, en qualité de Chef du service de santé de l'armée, il fut à la hauteur de son grade. Héroïque sur les champs de bataille, infatigable dans le service des blessés, il fit preuve aussi d'un grand talent d'organisateur. On lui doit d'importantes réformes dans l'aménagement des ambulances et dans le transport des blessés par voies ferrées.

» Larrey avait pour la mémoire de son père une vénération profonde; ses souvenirs d'enfance le reportaient aux victoires de la Grande armée, et la gloire paternelle s'absorbait pour lui dans le rayonnement prestigieux de l'épopée impériale. Il garda toute sa vie le culte de ces souvenirs, s'entourant de tous les objets qui pouvaient les lui rendre plus vifs et plus chers. Dans ses dernières années, il écrivit la biographie de Mme Lœtitia Bonaparte, dont il chercha à faire ressortir le grand caractère et qu'il nomme respectueusement Madame mère de l'Empereur.

» L'autre passion de Larrey fut son affection paternelle pour tous les membres du corps de santé de l'armée. Ses encouragements et son appui étaient acquis d'avance à ceux dont les travaux pouvaient ajouter à l'honneur de la Médecine militaire, et l'une de ses dernières volontés, que sa fille adoptive vient de transmettre à notre Académie, fut la fondation d'un prix annuel destiné à encourager ces sortes de travaux.

» C'est en 1867 que Larrey fut élu Membre associé libre de notre Com-

pagnie, dont il fut l'une des personnalités les plus attachantes. La fermeté de son caractère se lisait sur son beau visage, sa distinction et son aménité inspiraient le respect.

» On doit à Larrey d'importants travaux sur la Chirurgie conservatrice, sur les plaies de la vessie, sur l'hygiène des armées, etc. Mais, en se l'attachant, notre Compagnie a voulu aussi honorer l'homme lui-même, ce parfait modèle de droiture et de bonté.

» La mort n'a pas frappé seulement nos Confrères nationaux; elle a enlevé cette année sept de nos Correspondants. Il semble qu'elle ait choisi pour les frapper les têtes les plus illustres : l'Angleterre a perdu Sir Arthur Cayley, le grand mathématicien à qui la Géométrie, l'Algèbre, la théorie des nombres, le Calcul intégral et la théorie des fonctions elliptiques doivent des résultats d'une importance capitale.

» En Amérique est mort James Dana, zoologiste, minéralogiste et géologue dont la longue vie de travail a été consacrée à éclairer la formation du continent américain, l'histoire générale du globe et la mécanique de l'écorce terrestre. Dès l'âge de vingt ans, Dana professait déjà à l'École de New-Haven; à soixante-dix ans il allait d'Amérique en Écosse pour observer certaines stratifications de roches; plus tard encore il ne reculait pas devant un voyage aux antipodes pour étudier sur place les phénomènes éruptifs du Mauna-Loa. Enfin, à quatre-vingt-trois ans, il publiait une nouvelle édition, complètement remaniée, de son grand Traité de Géologie.

» Dana, malgré son âge avancé, n'a point connu cette vieillesse qui affaiblit la pensée et refroidit les enthousiasmes. Il était, dit-on, d'une santé délicate, mais les soins intelligents d'une épouse dévouée ont réussi à prolonger sa précieuse existence. La Science doit un reconnaissant hommage à cette femme vaillante qui, d'un savant de premier ordre, a fait aussi un homme heureux.

» Carl Vogt, le collaborateur d'Agassiz dans ses recherches sur la marche des glaciers, fut aussi un zoologiste et un paléontologiste éminent; ses leçons sur l'homme sont populaires, ses travaux sur la paléontologie des équidés le sont également.

» Dans une de ces Notices où il excelle, notre Confrère Blanchard a fait revivre devant nous la joviale figure de Carl Vogt, sa verve et sa gaîté, mais il a dit aussi la fermeté de sa pensée et son ardeur infatigable au travail.

Vogt voulait que la Science fût sérieuse, et réprimait sévèrement tout écart de l'imagination, toute conclusion prématurée. Ardent promoteur du transformisme, il s'irritait de voir compromettre cette doctrine par des généralisations excessives ou par des propositions contestables.

» Ludwig était le doyen d'âge et l'un des plus illustres parmi les physiologistes de l'Allemagne. On lui doit l'invention de méthodes expérimentales précises auxquelles la Physiologie moderne doit la plupart de ses progrès.

» Il fut un des initiateurs de l'emploi de la méthode graphique et des appareils inscripteurs si répandus aujourd'hui dans les laboratoires de Physiologie.

» Il créa la méthode des circulations artificielles par laquelle un organe, détaché du corps d'un animal, est maintenu vivant au moyen d'un courant de sang qu'on y fait pénétrer par les artères et qui en ressort par les veines.

» Soumis à la circulation artificielle, un cœur continue à battre pendant des heures entières, un muscle à se contracter et à faire du travail, une glande à verser sa sécrétion. Ramenée à ces conditions simplifiées, la fonction des organes se prête à l'étude avec une facilité singulière. Enfin la méthode des circulations artificielles fournit une base solide à la Chimie biologique, car elle permet d'analyser comparativement le sang qui entre dans un organe et celui qui en sort, et par conséquent d'apprécier les modifications chimiques produites dans le sang par la fonction de cet organe.

» Huxley, naturaliste, physiologiste et philosophe anglais, était né à Ealing en 1825. Il a laissé de nombreux travaux d'Anatomie et de Physiologie comparée. Mais il s'attacha surtout aux importants problèmes de l'éducation et de l'enseignement. Il faut lire ses conférences populaires, dans lesquelles, s'adressant à toutes les classes de la société, aux pouvoirs publics, aux corps enseignants, à la bourgeoisie, aux masses populaires, il plaide, sous une forme admirable, la cause de la vérité et de la Science. Il montre à tous le rôle bienfaisant de l'enseignement et de l'éducation répandus à pleines mains et démasque, chez ses adversaires, l'incapacité ou l'égoïsme.

» L'auditoire le moins disposé à la tolérance n'arrête pas sur les lèvres d'Huxley la libre expression de sa pensée. Oubliant les anciennes gloires des Universités d'Oxford et de Cambridge, qui ont abrité tant d'hommes

illustres, il ne craint pas de reprocher à ces vénérables institutions d'avoir failli à leur tâche; il leur rappelle que, fondées à l'origine pour abriter des hommes d'étude et de méditation, capables de faire progresser la Science et de régler les méthodes d'enseignement, elles sont devenues de simples pensionnats pour les jeunes gens riches. Et quand il critique les programmes d'enseignement, l'abus du livre et la part si faible accordée aux Sciences naturelles, qui seules peuvent nous donner une conception réelle du monde où nous devons vivre, sa parole mérite d'être entendue au delà des frontières de l'Angleterre.

» Svenon-Louis Lovén, de Stockholm, mort le 3 septembre dernier, était Correspondant de notre Section d'Anatomie et de Zoologie depuis 1872. Ses études ont porté principalement sur la faune maritime de la Scandinavie.

» Les naturalistes qui ont pris part aux expéditions scientifiques autour du monde ont tous été frappés des différences que présentent les animaux marins suivant les régions qu'on explore. Mais ces observations, nécessairement superficielles, faites à la hâte au cours d'un long voyage, ont besoin d'être reprises et étudiées à loisir par les savants qui résident en diverses régions du globe. Lovén fut un de ces savants, il consacra la plus grande partie de sa vie à déterminer les variations que présente la faune des mers scandinaves, suivant la profondeur et la température des eaux.

» Enfin Hellriegel, mort à Bernburg, le 24 septembre, avait déterminé le rôle de certaines bactéries dans la fixation de l'azote par les racines des légumineuses. Ce phénomène est d'une haute importance, car il éclaire la Physiologie végétale et guide les pratiques de l'Agriculture.

» Tels sont, Messieurs, les illustres savants que nous avons perdus en cette seule année. Si nos regrets peuvent être adoucis, c'est par la pensée que tous avaient rempli leur tâche, qu'ils sont morts pleins de jours, honorés des hommes dignes de les comprendre, et qu'ils ont gardé jusqu'à la fin la vigueur de leur esprit et l'élévation de leur caractère.

» Gœthe, qui était grand savant autant que grand poète, fut aussi un remarquable exemple de cette longue conservation des facultés de l'esprit et du corps. Mme de Staël nous dit « qu'il semblait n'être pas atteint par la vie ». Faut-il conclure avec elle que le génie ne vieillit pas?

» On peut faire la part plus large aux effets bienfaisants des travaux de l'esprit. La culture des Sciences naturelles surtout, qui s'allie si bien à une existence active conserve l'homme dans un salutaire équilibre des facultés physiques et morales. Ni l'ennui qui ronge les oisifs, ni les soucis de l'ambition, ni les mesquins tracas de la vie n'ont de prise sur celui qui se donne à la Science tout entier, et dont l'âme sereine ne se laisse point distraire du spectacle merveilleux de l'Univers.

» Cette perspective est bien faite pour inviter la génération nouvelle à suivre les traces de celle qui n'est plus, à faire à son tour progresser la Science et à recueillir sa part de gloire. Aussi voyons-nous sans cesse des hommes nouveaux entrer dans la lice; nous applaudissons à leurs succès et dans un instant nous aurons la satisfaction de couronner leurs efforts.

» Parmi les plus hautes récompenses que décerne l'Institut de France, il en est une, le prix biennal de 20000^{fr}, qui est attribuée tour à tour à chacune des cinq Académies. Cette année, le prix biennal était donné par l'Académie des Sciences; elle a choisi pour lauréat M. le professeur Raoult, de Grenoble, auteur d'importants travaux physico-chimiques. Ce savant a découvert une relation numérique entre le poids moléculaire d'une substance et le retard du point de congélation du liquide qui la dissout, ainsi que la tension des vapeurs de ce liquide.

» La méthode de M. Raoult est maintenant employée par les savants du monde entier; elle jette une lumière nouvelle sur la constitution moléculaire des corps.

» C'est habituellement dans la séance plénière des cinq Académies que le prix biennal est décerné. Mais, cette année, les fêtes du Centenaire de l'Institut de France ont empêché de signaler comme elle le méritait la découverte de M. Raoult et la haute récompense qui lui est attribuée.

» Je cède la parole à M. le Vice-Président, qui va proclamer les noms des autres lauréats de cette année. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1895.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Hermite, Bertrand, Poincaré, Picard;
Darboux, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **J. Andrade**, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Rennes.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Hermite, Bertrand, Poincaré, Sarrau;
Darboux, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **G. Robin**, pour l'ensemble de ses travaux sur la Physique mathématique.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. de Bussy, Guyou, de Jonquières, Sarrau, Bouquet de la Grye).

Rapport sur les travaux de M. Mottez, *Lieutenant de vaisseau, par M.* **Guyou**.

La force magnétique qui produit, sur les compas des navires, la partie semi-circulaire de la déviation est formée par la superposition de deux forces dont l'une est due au magnétisme dit *permanent* de la coque, l'autre à l'induction de la composante verticale du champ terrestre. La séparation de ces deux forces, nécessaire à la compensation d'un compas, ne peut être réalisée que lorsque le bâtiment s'est déplacé en latitude magnétique d'une quantité suffisante. Cette séparation est facile, si l'on admet que l'aimantation du navire reste constante, ainsi que le coefficient qui représente l'influence de l'induction verticale, car la valeur totale de la force est alors composée d'une quantité constante et d'une quantité proportionnelle à la composante verticale du champ terrestre.

Lorsque l'on appliquait ces résultats de la théorie aux observations faites à bord d'un navire dans le cours d'une campagne, il arrivait fréquemment que les valeurs des deux constantes déduites de différents groupes d'observations étaient très différentes. C'est le cas dans lequel s'est trouvé M. **Mottez**, chargé des compas sur le croiseur le *Dubourdieu*, dans une campagne du Pacifique (1891-1893).

Ces désaccords entre la théorie et l'observation étaient généralement attribués à l'instabilité des deux paramètres que la théorie suppose constants. Les officiers qui les rencontraient renonçaient à une étude qu'ils jugeaient dès lors sans intérêt. M. Mottez, au contraire, en entreprit l'analyse.

Les déplacements en latitude magnétique, grands et nombreux à la fois,

d'une campagne dans le Pacifique étaient particulièrement propices à ses recherches, et le commandant du croiseur, M. le capitaine de vaisseau Besson, était tout disposé à lui faciliter la détermination des données particulièrement précises dont il avait besoin, en l'autorisant à faire tourner le navire toutes les fois qu'il le jugerait utile.

Grâce à ces circonstances favorables, M. Mottez est parvenu à montrer, à l'aide d'observations nombreuses, faites sur les principaux compas du bord, que les désaccords constatés devaient être exclusivement attribués à l'instabilité du magnétisme dit permanent, et que les coefficients de l'induction verticale étaient, au contraire, d'une stabilité aussi remarquable que ceux de l'induction horizontale. La connaissance de cette propriété lui a permis ensuite de conduire ses compas pour le reste de la campagne avec une précision remarquable.

Le Mémoire de M. **Mottez**, intitulé *Étude des compas du croiseur le « Dubourdieu »*, offre un double intérêt.

Au point de vue scientifique, il établit une propriété qui pouvait être soupçonnée, mais qui n'avait pas encore été vérifiée par des observations précises; de plus, en indiquant la méthode à suivre pour dégager la partie réellement constante des coefficients de la déviation semi-circulaire, il facilitera l'étude des variations du magnétisme dit permanent de la coque.

Au point de vue pratique, c'est le meilleur guide que puisse suivre un officier de marine pour la conduite des compas d'un navire en cours de campagne.

Pour ces raisons, votre Commission vous propose d'attribuer à son Auteur un prix de *deux mille cinq cents francs* sur les fonds alloués par le Ministère de la Marine.

Rapport sur le Mémoire intitulé « Les courants de la Manche », par M. Houette, *capitaine de frégate.* M. de Jonquières, rapporteur.

I. Le but poursuivi par M. **Houette** est ainsi défini par lui dans l'Introduction de son Mémoire :

Parmi les études concernant le régime général des vents et des courants du globe, l'une des plus utiles pour les marins français est celle des courants de marées dans la Manche; malheureusement elle a été, jusqu'à ce jour, rendue très ardue par la multiplicité des documents, et par la rédaction vieillie et un peu confuse de la plupart d'entre eux.

Il existe, pourtant, un Ouvrage remarquable sur la matière, c'est celui de M. Keller, intitulé : *Exposé du régime des courants dans la Manche et la mer d'Allemagne,* publié en 1861 par cet éminent ingénieur hydrographe. Ce livre, fruit d'un travail énorme, et dans lequel nous avons largement puisé, est, il faut bien le dire, d'une lecture si difficile, qu'il est demeuré complètement dans l'abandon. Notre but a été de le remplacer par une rédaction plus claire, moins longue, plus aisée à lire, et surtout de substituer à son *Routier compteur,* dont l'usage n'est pas pratique, des Cartes frappant la vue et permettant d'apprécier d'un coup d'œil les diverses phases, si complexes, du mouvement des eaux dans la Manche.

C'est, en effet, à cette condition seule qu'un officier, appelé dans sa navigation à travers la Manche à prendre des déterminations promptes et judicieuses, peut utilement tirer parti des instructions nautiques placées entre ses mains.

M. Houette, qui connaît bien les travaux de ses devanciers, français ou étrangers, et qui les cite dans l'avant-propos de son Mémoire, ne s'est pas borné à les rendre plus clairs, car parfois il les rectifie. Chargé pendant deux années du commandement, à la mer, de l'École de pilotage dans la Manche et la mer du Nord, cet officier supérieur a mis à profit, en les complétant par ses observations personnelles, les renseignements recueillis et conservés dans les archives de cette très utile institution. Reprenant la voie tracée par le navigateur anglais Beechey, il s'était d'abord arrêté, de concert avec le pilote-major Hédouin, à l'idée de Cartes donnant une vue simultanée des courants dans toute l'étendue de la Manche, à diverses heures. Ce premier travail, bien que déjà assez avancé, n'était pas achevé quand M. Houette arriva au terme de son commandement. Il fut terminé et mené à bien par M. Hédouin, que l'Académie a récompensé, il y a trois ans (19 décembre 1892).

Ce progrès apprécié laissait toutefois à désirer des Cartes encore plus démonstratives et plus faciles à consulter, ainsi qu'une étude d'ensemble des courants, avec des données précises sur le mouvement vertical de la marée dans différents ports. C'est ce qu'a réalisé M. Houette, à l'aide d'un certain nombre de Planches, sur lesquelles une coloration nuancée, très ingénieuse, fait ressortir les données dont le navigateur a incessamment besoin et lui permettent de se rendre promptement compte de la position géographique du navire et de la route à faire selon les circonstances.

II. Les Cartes dont il s'agit, d'un format commode, sont au nombre de huit. Chacune d'elles figure, d'une façon très expressive, le mouvement simultané des eaux dans toute l'étendue de la Manche, pour huit heures

différentes, le jour d'une marée de syzygie moyenne. Les heures ont été choisies de façon que la série des huit Cartes représente suffisamment les états successifs des effets de l'onde de marée, à la côte et au large, tant horizontalement que verticalement. Elles embrassent une période de douze heures, c'est-à-dire à peu près une onde de marée complète. Les directions de courants y sont indiquées par des flèches, leur vitesse, en nœuds et dixièmes de nœud, par des chiffres. En outre, une teinte coloriée, plus ou moins foncée selon que les courants sont plus ou moins forts, fait immédiatement ressortir leurs vitesses respectives : cette teinte est *bleue* pour la masse liquide qui, dans la Manche, reste toujours emprisonnée entre deux autres masses, l'une orientale, l'autre occidentale, auxquelles a été affectée la coloration *jaune*.

Ces Cartes donnent aussi la hauteur de l'eau, pour l'heure qu'elles indiquent chacune, au-dessus des seuils ou entrées de port les plus importants de la côte de France, et enfin le profil en hauteur de l'onde de la marée.

Quelques exemples choisis (p. 12 et 13) montrent l'usage qu'un capitaine, qui se trouve en un point quelconque de la Manche, doit faire de ces Cartes, en tenant compte des courants, favorables ou contraires, qu'il rencontrera sur sa route :

1° S'il a une nouvelle pressée à porter à l'un des sémaphores de la côte de France;

2° Si une avarie l'oblige à chercher un mouillage sûr, où il puisse se réparer;

3° Enfin, s'il doit aller se ravitailler et revenir le plus tôt possible à son point de croisière.

III. A ne considérer que son utilité pratique pour le navigateur, le Mémoire de M. Houette pourrait s'arrêter là. Mais l'auteur a voulu, avec raison, donner l'explication des phénomènes singuliers que les mouvements verticaux et horizontaux de la marée présentent dans la Manche, afin de satisfaire l'esprit du marin qui les observe et de les y graver, en dissipant les hésitations ou les doutes. C'est à cet examen théorique que les deux dernières parties du Mémoire sont consacrées.

Le fait capital qui domine la question consiste en ce que l'*étale du courant ne coïncide pas, dans la Manche, avec la montée ou la baissée de l'eau au rivage voisin, soit de la côte anglaise, soit de la côte de France*. C'est cette notion du retard des étales du large sur les étales à terre, qui a confondu longtemps toutes les données de l'expérience « et qui, ajoute l'auteur, ris-

querait de les confondre à nouveau, si l'indifférence prudente des instructions nautiques continuait à les laisser enveloppées d'une brume épaisse pour quiconque ne s'adonne pas d'une façon toute particulière à ce genre de travaux ».

Après un historique de la question depuis le XVIe siècle, M. Houette aborde la conception du régime des courants, finalement déduite de l'étude de tous les documents accumulés.

Sur le littoral anglais, le courant est parallèle à la côte, et sa vitesse est modérée, mais il en va tout autrement à la côte de France. A cause des pointes, des îles, des rochers et des inégalités brusques de la profondeur de l'eau, la direction du courant y devient souvent tourbillonnaire et sa vitesse, par endroits, prend celle d'un torrent impétueux.

Si les courants de la Manche et les phénomènes de la marée étaient causés, comme on l'a cru longtemps, par une onde de marée unique, venant de l'Atlantique par l'ouest, on devrait rencontrer un courant de vitesse maximum aux environs des droites de jonction des points correspondant aux amplitudes de marée maximum. *Or, c'est le contraire qui a lieu*. Cette anomalie apparente s'explique, si l'on adopte les idées de Beechey et de Keller, en attribuant les phénomènes observés à la combinaison des influences, en d'autres termes, à l'interférence de deux ondes venant, l'une directement de l'ouest, l'autre de la mer du Nord après qu'elle a fait le tour des Iles Britanniques.

Dans cet ordre d'idées, l'onde qui fait monter la mer à Dunkerque vient du sud par le Pas-de-Calais, tandis que celle qui fait monter la mer à l'entrée de la Tamise, à Harwich par exemple, vient du nord. De la rencontre de ces deux courants opposés résulte un immense mouvement giratoire, qui se subdivise lui-même, selon les parages, en une foule de tourbillons partiels. C'est à cette rencontre, à ce glissement, perpétuellement régulier, comme les forces d'attraction luni-solaires qui le produisent, de masses liquides en mouvement, qu'on doit attribuer en grande partie la forme et la stabilité des bancs des côtes de Flandre, de Hollande et de la Tamise, et sans doute aussi du Doggerbank situé au centre du tourbillon principal.

IV. Comme on en peut juger par ce court exposé, le Mémoire de M. Houette porte le cachet de nombreuses recherches. Il a pour les marins une importance capitale; aussi le département de la Marine en a-t-il fait, en 1894, le guide officiel du navigateur dans la Manche. Ce travail, émi-

nemment pratique, dénote aussi chez l'auteur un esprit observateur et scientifique. Lorsque M. Houette, en terminant l'Introduction du Livre, dit : « Notre travail est modeste et tout de compilation; nous n'avons visé qu'un but, celui de vulgariser et de rendre pratiques les connaissances acquises par d'autres », il s'exprime avec trop de modestie et ne s'attribue pas tout le mérite auquel il a droit. Lorsqu'il s'agit de l'étude des lois générales de la nature, il n'est guère de livre dont on n'en puisse dire autant, dans une mesure plus ou moins large, sans que le mérite des devanciers en soit amoindri. Ainsi, dans la question présente, on ne saurait trop rendre hommage à la sagacité de Beechey et de Keller, ni oublier l'importante collaboration de M. Hédouin, ni les documents recueillis par les prédécesseurs de M. Houette dans le commandement de l'École de Pilotage. Toutefois, sans les savantes et ingénieuses études de M. Houette, les marins auraient pu attendre encore longtemps avant de bien comprendre ces travaux et surtout d'en pouvoir pratiquement tirer parti, ce qui est pour eux le point essentiel.

Par ces motifs, la Commission décerne à M. le capitaine de frégate **Houette** un prix de *quinze cents francs* sur la somme mise à la disposition de l'Académie des Sciences par le Ministre de la Marine, pour récompenser tout travail ou invention propre à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Rapport sur les travaux de M. Gosselin, *Capitaine d'Artillerie de la Marine;* par M. **Sarrau**.

Le problème principal de la Balistique intérieure consiste dans la détermination des pressions sur le culot du projectile et sur la culasse correspondant à chaque déplacement du projectile dans l'âme du canon.

Parmi les appareils pouvant donner la solution pratique de ce problème, on doit citer le projectile enregistreur et le vélocimètre de M. le général Sebert, qui enregistrent les déplacements du projectile et du canon en fonction du temps. Connaissant les espaces parcourus, on calcule les vitesses et les accélérations et par suite, indirectement, les forces en fonction des espaces.

Plus récemment, M. Vieille a enregistré les pressions en fonction du temps, jusqu'à l'instant du maximum, moyennant une modification simple

du manomètre à écrasement (crusher) adopté par l'Artillerie pour la mesure des pressions maxima. Des pressions on passe, par un calcul inverse du précédent, aux vitesses et aux espaces.

Le dispositif de M. **Gosselin** donne directement la pression sur la culasse en fonction du déplacement du canon reculant librement sans autre obstacle que le frottement très faible des tourillons sur les ailes d'un fer à T.

L'appareil est monté sur le renfort percé à cet effet d'un trou débouchant dans la chambre à poudre au voisinage de la tranche de culasse. Il est formé d'un petit ressort à boudin placé entre une enclume fixe et la tête d'un piston, dont la base de section connue reçoit l'action des gaz. Ce piston porte un style dont la pointe s'appuie sur un tableau enfumé fixe. L'appareil est entraîné par le canon et, pendant le recul, le style inscrit d'une manière continue, sur le tableau fixe, les flexions du ressort correspondant à toutes les positions successives du canon.

Le ressort est établi de manière à satisfaire aux conditions, aujourd'hui bien connues, du fonctionnement statique et son tarage est fait suivant le mode adopté par M. Vieille pour les manomètres à écrasement.

Les flexions du ressort étant proportionnelles aux forces qui les produisent, les graphiques donnent directement, à une échelle déterminée, les courbes représentatives des pressions à la culasse en fonction des déplacements du canon. Le ressort pouvant d'ailleurs réaliser des flexions décroissantes, le tracé s'étend à la période de la pression décroissante jusqu'à la sortie du projectile, tandis que l'enregistrement des appareils employant le crusher s'arrête lorsque l'écrasement est maximum. Enfin, le nouvel appareil a l'avantage de donner les valeurs effectives des pressions intérieures, tandis que les forces déduites de l'enregistrement des déplacements ne sont que les excès des pressions intérieures sur les résistances passives, notamment celle qui naît du forcement du projectile.

Des résultats ainsi obtenus on déduit, avec une grande approximation, les espaces parcourus par le projectile et les pressions sur le culot correspondantes. A cet effet, M. Gosselin admet qu'à chaque instant du mouvement, les déplacements, vitesses et accélérations respectives du projectile et du canon sont dans un rapport constant $\frac{p'}{p + \frac{\varpi}{2}}$, en désignant par ϖ, p et p' les poids de la charge, du boulet et du canon comprenant les organes

accessoires qui reculent avec lui. Ces relations ne sont qu'approchées, mais M. Gosselin s'est assuré que leur exactitude était suffisante en constatant que la vitesse initiale du projectile déduite des tracés différait très peu de celle que donnent les appareils ordinaires de mesure.

De nombreuses expériences ont été faites avec cet appareil, au champ de tir de Sevran-Livry, par le Laboratoire central de la Marine; les tracés obtenus sont réguliers et les évaluations qui en résultent concordent avec la mesure directe des vitesses et des pressions maxima. On peut donc affirmer que l'Artillerie se trouve ainsi dotée d'un excellent instrument d'études.

Le même appareil a été aussi employé, au Laboratoire central de la Marine, pour mesurer les pressions dans les freins hydrauliques des affûts.

En résumé, le travail de M. **Gosselin** a rendu un service à la Science navale en apportant à la Balistique intérieure expérimentale de nouvelles et importantes ressources.

La Commission propose de récompenser ce travail en lui attribuant un prix de *quinze cents francs* sur les fonds alloués par le Ministère de la Marine.

Rapport sur les travaux de M. Baucher, *pharmacien principal de la Marine;* par M. **Sarrau.**

M. **Baucher** a publié, dans la *Revue maritime et coloniale*, des *Recherches chimiques et microbiologiques sur les altérations et la protection des métaux usuels en eau de mer*, notamment sur les piqûres des carènes et les corrosions des tubes de chaudière.

Il a montré comment, sur les carènes, l'action des eaux désagrège, par réactions microbiologiques, les enduits protecteurs et amène ainsi des corrosions qui se continuent par voie chimique ou électro-chimique. Cette action, presque nulle dans l'eau de mer du large, s'exerce rapidement dans les rades et surtout dans les bassins où débouchent les égouts. Toute cette partie du travail est traitée avec un grand soin et l'on y trouve beaucoup d'observations nouvelles, en particulier, celle qui est relative à la fixation des bactéries de l'eau de mer par les métaux.

L'auteur a étudié expérimentalement, à cette occasion, dans des conditions variées, l'attaque des métaux par les eaux; mais, comme il le dit, les

résultats de ces expériences, où le liquide n'est pas renouvelé, ne représentent qu'imparfaitement les genres d'altération que l'on constate dans la pratique; aussi les donne-t-il seulement *à titre d'indications*. Il est à désirer que l'auteur complète son travail en multipliant, sur les corrosions produites au contact des eaux du large ou des darses, ses observations qui ne portent, dans son Mémoire, que sur deux torpilleurs. De plus, il y aurait intérêt à justifier, par une étude approfondie, certaines hypothèses, ingénieuses et neuves d'ailleurs, telles que l'action corrosive des algues par l'oxygène naissant, la corrosion des métaux par les sécrétions microbiennes, l'attaque des peintures par les sels ammoniacaux ou l'ammoniaque libre des darses; il conviendrait enfin d'expérimenter les nouvelles peintures proposées.

En ce qui concerne les tubes des chaudières, l'auteur s'est préoccupé de rechercher l'origine des composés oxygénés de l'azote qui passent dans l'eau distillée et les circonstances peu connues qui en font varier les proportions; il étudie aussi le mode suivant lequel l'emploi de l'eau de chaux peut agir pour la conservation des chaudières.

En résumé, le travail de M. **Baucher**, incomplet sur quelques points, renferme néanmoins d'excellentes indications qui suggèrent les précautions à prendre pour atténuer l'action corrosive des eaux. La Commission estime qu'il constitue une contribution importante à une étude qui intéresse au plus haut point l'efficacité de nos forces navales et, en décernant à l'auteur une mention très honorable, elle propose de lui attribuer, à titre d'encouragement, une part de *cinq cents francs* sur les fonds alloués par le Ministère de la Marine.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Resal, Sarrau, Léauté;
Maurice Lévy, rapporteur.)

La Commission décerne cette année le prix de Mécanique de la fondation Montyon à M. **Galliot**, Ingénieur des Ponts et Chaussées à Dijon, pour le touage électrique des bateaux qu'il a installé au bief de partage du canal de Bourgogne, sur une longueur d'environ 6^{km}.

Ce n'est pas par le côté électrique surtout que ce travail est remarquable. Les dispositions adoptées sont, à ce point de vue, pareilles à celles

bien connues aujourd'hui, usitées dans les tramways électriques à fils aériens.

Mais ce qui a attiré l'attention de la Commission, c'est le fait que la force nécessaire à la traction des bateaux a été, à cette occasion et pour la première fois, empruntée aux chutes des deux écluses terminales du bief de partage.

On s'est souvent demandé pourquoi on n'utilise pas partout les chutes des écluses à la traction des bateaux qui circulent sur les canaux. Cela tient à ce que, dans beaucoup de cas, on n'y trouverait pas avantage.

L'eau d'alimentation d'un canal comprend, en effet, deux parts bien distinctes :

1° Celle qui sert à écluser les bateaux; elle ne peut guère être utilisée mécaniquement sans provoquer dans l'éclusage des retards inacceptables;

2° Celle qui sert à remplacer les pertes par évaporation et surtout par infiltration. Celle-ci seule peut être utilisée dans une mesure plus ou moins large. Si elle est en faible quantité, ce qui a lieu sur les canaux très étanches, il n'y a pas avantage à l'utiliser, les dépenses à faire n'étant pas compensées par les avantages obtenus. Ce n'est donc que sur les canaux traversant des terrains très perméables, auxquels il faut, par conséquent, fournir beaucoup d'eau pour réparer les pertes par infiltration, qu'il y a intérêt à utiliser l'énergie de l'eau fournie.

A ce point de vue, le canal de Bourgogne se trouve dans des conditions particulièrement favorables. Son trafic est faible et ses pertes sont énormes, de sorte que la presque totalité de l'eau amenée au bief de partage peut être utilisée.

C'est cette situation que M. Galliot a très bien aperçue et analysée, et c'est elle qu'avec beaucoup de clairvoyance et d'habileté il a mise à profit pour se procurer très économiquement, et par un moyen qui n'avait pas été employé avant lui, la force motrice nécessaire à la traction des bateaux dans le bief de partage de ce canal.

Au lieu de dépenser en pure perte l'eau d'alimentation en l'envoyant aux deux versants du canal, par les deux écluses terminales du bief de partage, il les reçoit, près de chacune de ces deux écluses, sur une turbine à l'aide d'un conduit latéral au canal, et les restitue à celui-ci à la troisième écluse de chaque versant, de sorte qu'il utilise, sur chaque versant, les chutes réunies des deux premières écluses, ce qui lui suffit et ne nuit en rien à l'alimentation. Il ne laisse passer par les écluses que le très faible

volume d'eau nécessaire à l'alimentation des deux premiers biefs et, bien entendu, l'eau nécessaire à l'éclusage des bateaux.

L'énergie mécanique une fois obtenue par les dispositions que nous venons d'indiquer, l'état actuel de la Science fournissait trois moyens de l'employer à la traction des bateaux dans le bief de partage :

1° L'électricité;

2° L'air comprimé;

3° Le halage funiculaire ou par câble sans fin.

Ce dernier moyen devait ici tout d'abord être écarté. L'un de nous a fait connaître que ce moyen, au moins tel qu'il a pu être réalisé jusqu'ici, n'est économique que pour les canaux à gros trafic, et ce n'est pas le cas du canal de Bourgogne. Cette considération, si l'auteur du projet y avait eu recours, l'eût dispensé d'une laborieuse et inutile discussion.

M. **Galliot** a reconnu ensuite, ce qui était aussi à peu près évident, *a priori*, que l'air comprimé coûterait beaucoup plus cher que l'électricité. C'est donc à ce dernier agent qu'il s'est arrêté. Les deux turbines placées aux extrémités du bief de partage font mouvoir chacune une dynamo-génératrice. Ces deux dynamos fournissent le courant à une ligne aérienne où le toueur le puise à l'aide d'un trolley, pour actionner l'hélice qui lui sert de propulseur.

Le système fonctionne depuis deux ans, sans aucun incident. Il a donc reçu la consécration de l'expérience. C'est pourquoi votre Commission, à l'unanimité, décerne le prix de Mécanique à l'habile ingénieur qui l'a conçu et exécuté.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. de Bussy, Sarrau, Maurice Levy, Marcel Deprez; Guyou, rapporteur.)

MM. **Pollard** et **Dudebout** soumettent au jugement de l'Académie les deux derniers Volumes du traité de *Théorie du navire*, dont ils ont entrepris la publication en 1890. Les deux premiers Volumes, relatifs principalement à la Statique, ont déjà été honorés en 1892 d'une part du prix extraordinaire de la Marine.

Le troisième Volume et le quatrième traitent de la Dynamique du navire. Les agents principaux des phénomènes dont s'occupe cette partie de l'Ouvrage sont les réactions des liquides en mouvement sur les solides, sur

lesquelles l'Hydrodynamique ne fournit encore que de rares notions. On conçoit donc que, sur beaucoup de points, sur la plupart même, le sujet soit resté inabordable à une étude rigoureuse et précise.

A part un petit nombre de problèmes dans lesquels les progrès de la théorie des ondes ont permis d'introduire un peu de lumière, nos connaissances théoriques se bornent à quelques principes généraux révélés par l'expérience et dont la Mécanique rationnelle a fourni l'explication, mais dont les lois ne peuvent être formulées en termes assez précis pour être traduites en nombres. L'architecte naval, qui a besoin de prévoir numériquement les résultats des projets dont il est l'auteur, est le plus souvent réduit à recourir à des formules de comparaison, applicables dans des limites restreintes, dont la forme est suggérée par des considérations générales de Mécanique et dont les coefficients sont empruntés aux expériences.

La tâche de coordonner en un ensemble homogène les résultats de recherches théoriques éparses dans de nombreux Mémoires, publiés tant en France qu'à l'étranger, et d'expériences entreprises depuis plus d'un siècle était particulièrement difficile. Elle exigeait une connaissance approfondie de l'Architecture navale, une vaste érudition et un talent spécial d'analyse et de critique. MM. Pollard et Dudebout s'en sont acquittés avec honneur. Leur *Théorie du navire* est actuellement dans les mains de tous les constructeurs et considérée à juste titre comme l'expression fidèle et complète de l'état actuel de nos connaissances dans la mécanique du navire.

Les deux auteurs ont fait, dans leur troisième Volume, une large part à la théorie des ondes. Les théories de la houle et du clapotis, les résultats de l'observation de ces phénomènes y sont exposés avec des développements qu'on ne trouverait réunis dans aucun autre Ouvrage et que justifie leur importance pour l'Architecture navale. C'est, en effet, la théorie de la houle qui nous donne la loi des oscillations de la verticale apparente vers laquelle est sans cesse sollicité le navire flottant sur mer houleuse. La connaissance de cette loi a permis de traiter le problème du roulis sur la houle avec une approximation du même ordre que le roulis en eau calme, et il a été possible de tirer de la solution de ce problème de précieuses déductions pour le roulis sur grosse mer.

Le phénomène de l'onde solitaire dont les expériences de Scott Russel et de M. Bazin, et les travaux de M. Boussinesq nous ont fait connaître les lois, est longuement étudié aussi dans ce Volume. Les expériences de

MM. W. et R.-E. Froude ont, en effet, révélé quelle part importante devait être attribuée, dans la résistance totale des carènes, aux forces nécessaires pour entretenir le système d'ondes qui les accompagne. Ces ondes appartiennent à deux familles : les unes, transversales, sont analogues à celles de la houle; les autres, échelonnées sur des lignes symétriques émanant de l'étrave et de l'étambot, ont, comme nous le montre l'un des auteurs dans une série de considérations qui constitue une des parties les plus intéressantes de l'Ouvrage, une étroite parenté avec l'onde solitaire.

Les sujets qui précèdent, auxquels on pourrait peut-être joindre encore les recherches de Rankine sur les meilleures formes à attribuer aux lignes d'eau des carènes, sont à peu près les seuls dans lesquels ait pu pénétrer la précision des Mathématiques.

Le reste de l'Ouvrage est principalement consacré à l'étude des expériences auxquelles l'Architecture navale a dû demander des lois empiriques pour suppléer à celles que l'état actuel de l'Hydrodynamique n'a pas permis d'établir.

Le caractère particulièrement technique des détails de cette partie du sujet et les limites auxquelles nous devons nous restreindre dans ce Rapport ne nous permettent pas de faire ressortir l'intérêt que suscite la lecture des considérations personnelles développées par les auteurs sur la nature des problèmes et dans la discussion des expériences. Nous ne pouvons que nous borner à donner une idée de l'importance du service qu'ils ont rendu, et de l'étendue de leur travail.

Pour la résistance des carènes, l'Ouvrage donne l'histoire et l'analyse des expériences entreprises depuis Thevenard, Borda et Bossut jusqu'à nos jours. Ils s'étendent plus particulièrement sur celles qui ont été exécutées dans la deuxième moitié de ce siècle, depuis celles de Dupuy de Lôme, en 1840, jusqu'aux expériences mémorables dans lesquelles MM. W. et R.-E. Froude ont mis en lumière les principes aujourd'hui universellement adoptés en Architecture navale.

Pour les évolutions et la propulsion, qui font l'objet du quatrième Volume, des expériences, nombreuses aussi, dirigées par d'habiles constructeurs parmi les noms desquels figurent avec honneur ceux de nos ingénieurs, ont fait connaître les règles qui servent de guide à l'architecte naval. Ces expériences, les considérations théoriques qui ont guidé leurs auteurs, les formules auxquelles elles ont conduit, sont analysées avec tous les développements que nécessite leur importance pratique.

Enfin, pour ne laisser de côté aucune des questions qui peuvent intéresser le constructeur, les auteurs donnent à la fin de leur Ouvrage l'étude d'un problème nouveau dont la rapidité des rotations des machines modernes a imposé la solution : l'atténuation des vibrations intenses qu'impriment aux coques les forces d'inertie des organes en mouvement.

Dans son ensemble, le Traité de MM. Pollard et Dudebout est l'Ouvrage le plus complet qui ait encore été publié sur la matière. L'élève ingénieur peut y puiser les connaissances théoriques nécessaires à la profession qu'il entreprend; pour le constructeur, les auteurs ont accumulé une richesse de documents souvent suffisante pour le dispenser de recourir à la lecture des Mémoires originaux. Enfin le savant, désireux de porter un peu de lumière dans les problèmes obscurs de la mécanique du navire, y trouvera, avec l'histoire des recherches de ses devanciers, une précieuse bibliographie de tous les Ouvrages et Mémoires parus sur ce sujet jusqu'à ce jour.

Votre Commission exprime à l'unanimité l'avis que les deux derniers Volumes, soumis à son examen, sont de nature à favoriser les progrès de la Navigation à vapeur, et, pour cette raison, vous propose de décerner le prix Plumey à MM. **Pollard** et **Dudebout.**

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Sarrau, Lévy, Resal, Boussinesq; Léauté, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante : *Perfectionnement de la théorie de la corrélation entre le volant et le régulateur*.

Deux séries de travaux ont été présentées au concours, l'une par M. **Georges Marié**, ancien Élève de l'École Polytechnique, Ingénieur chef de Division à la Cie Paris-Lyon-Méditerranée, l'autre par M. **Léon Lecornu**, Répétiteur à l'École Polytechnique, Ingénieur en chef des Mines.

Le travail de M. Marié représente près de vingt années de recherches pratiques; il se compose de trois Mémoires dont les deux premiers ont été imprimés depuis longtemps déjà et dont le dernier, autographié, a été rédigé spécialement pour le concours.

Le premier Mémoire remonte à 1878; il porte le titre d'*Étude comparée des régulateurs de vitesse, de pression, de température et des régulateurs de*

toutes sortes; il a été publié dans les *Annales des Mines*. L'Auteur montre que les régulateurs isochrones ne peuvent convenir aux machines, et qu'il faut des régulateurs non isochrones; il examine les causes d'oscillations que présentent ces derniers et en trouve trois : variations de vitesse périodiques de la machine, inertie des pièces du régulateur, résistances dues au frottement qui amènent des retards dans l'action de l'appareil; il recherche dans chaque cas quel est le degré d'isochronisme ou, suivant son expression, l'écart relatif de vitesse du régulateur, qui peut le mettre à l'abri des oscillations.

Cette détermination est faite, non par des calculs théoriques, mais plutôt par des considérations pratiques; l'Auteur s'adresse évidemment aux ingénieurs et non aux mathématiciens, il opère d'une façon analogue à celle qu'on emploie dans les projets quand on a à fixer une dimension pour laquelle on ne possède pas de formules.

Néanmoins, il ne paraît pas douteux que les règles données par M. Marié ne soient bonnes en pratique, non qu'on puisse songer à les croire exactes, mais parce qu'elles constituent d'utiles indications; en tout cas, elles ont le mérite d'appeler l'attention sur les points principaux qu'il convient de considérer dans l'établissement d'un régulateur.

Le deuxième Mémoire date de 1887; il est intitulé : *Les régulateurs de vitesse*, et a paru dans les *Annales des Mines*. M. Marié s'y occupe surtout de la forme à donner aux valves de régulation.

C'est là, en effet, un élément essentiel à considérer et l'on comprend immédiatement que la manière dont la force varie, quand le manchon de l'appareil se déplace, doit influer sur le mode d'action dudit appareil.

Là encore les indications de M. Marié, qui sont d'ailleurs, comme il le dit, basées en partie sur l'expérience, sont très judicieuses et de nature à rendre service aux praticiens.

Le troisième Mémoire, destiné spécialement au concours, est le développement des deux premiers.

La méthode reste la même : rechercher les diverses causes qui peuvent amener des oscillations dans le fonctionnement du régulateur, les prendre à part successivement et, dans chaque cas, voir quelles valeurs il faut donner aux éléments qui caractérisent le volant et le régulateur pour éviter ces oscillations.

Dans l'étude des problèmes difficiles auxquels il est ainsi conduit, l'Au-

teur ne se préoccupe pas des solutions mathématiques; il se contente, dans chaque cas, d'imaginer les conditions les plus défavorables, et de calculer à peu près ce qui se passe dans ces conditions.

C'est d'ailleurs surtout par cet examen plus approfondi des cas défavorables que ce Mémoire se distingue des précédents.

Des calculs de ce genre, s'ils sont conduits avec le sens pratique que possède M. Marié, peuvent souvent, dans la pratique, dissiper l'indétermination à laquelle on se heurte quand on étudie de près une question délicate, mais ils n'ont de valeur que pour la personne qui les emploie.

L'Auteur reconnaît, du reste, qu'il ne se résigne à ces calculs que faute de pouvoir en faire de plus complets : « La question, dit-il, se complique alors d'une façon telle qu'on ne peut venir à bout de la résoudre. »

Ce n'est pas, d'ailleurs, le défaut d'exactitude rigoureuse que nous pourrions critiquer dans le procédé suivi par M. Marié; en Mécanique appliquée, les solutions approchées sont souvent les meilleures; nous ferions plutôt des réserves sur le principe même de la méthode suivie; prendre dans un problème les divers éléments qui y interviennent et les étudier à part pour éviter ainsi la complication qui résulte de leur superposition est une manière d'opérer qui paraît simple et qui est fort dangereuse; on pourrait en citer comme exemple le problème de la régulation lui-même; c'est ce mode de disjonction des questions qui l'a obscurci et qui a permis pendant quelque temps la grave erreur des régulateurs isochrones.

Mais, ces réserves faites, il faut reconnaître que M. Marié a poussé très loin, au point de vue pratique, la solution du problème de la corrélation entre le régulateur et le volant, puisqu'il est arrivé à donner des formules faisant connaître la masse du volant en fonction des paramètres qui définissent le régulateur.

En résumé, l'œuvre de M. Marié, dans les trois Mémoires qu'il soumet à l'Académie, consiste, d'une part, dans l'indication de calculs, peu rigoureux il est vrai, mais au fond très simples et d'ordinaire suffisants pour se mettre à l'abri des oscillations; d'autre part, dans une étude très approfondie de cette partie du problème, généralement laissée de côté, qui consiste dans l'influence de la manière dont la force varie avec la position du manchon. Cette étude présente beaucoup d'intérêt, sinon au point de vue de la question même posée par l'Académie, du moins pour les ingénieurs qui auraient à traiter un problème de régulation.

Le Mémoire de M. **Lecornu** est d'une tout autre nature; il ne présente pas le haut intérêt pratique des expériences prolongées de M. Marié; il est plus théorique, plus mathématique, mais aussi plus rigoureux et plus élevé; c'est un travail considérable qui répond bien au programme du concours.

L'auteur, comme il le dit lui-même, a eu spécialement en vue le régulateur de Watt et la machine monocylindrique avec régulateur agissant sur la valve et non sur la détente; cette méthode, qui a l'inconvénient de ne pas prendre la question à un point de vue assez général, a, par contre, l'avantage de se prêter à des conclusions plus précises et, partant, plus immédiatement applicables.

Dans la première partie, consacrée à l'étude de la machine, indépendamment du régulateur, M. Lecornu montre un véritable souci d'arriver à des résultats simples sans négliger d'autres quantités que celles qui sont négligeables. Son idée de considérer le travail moteur comme constant pour une ouverture donnée de la valve, en faisant figurer les pertes dans le travail résistant, est très juste et parfaitement légitime.

La seconde partie est relative aux propriétés générales du régulateur; tous les développements qu'elle comporte sont rigoureusement déduits et remarquablement exposés; un seul point prête à la critique, c'est l'hypothèse simplificative qui est faite sur la dépense de vapeur et le travail résistant; les considérations qu'expose sur ce point M. Lecornu sont la reproduction, ou peu s'en faut, des considérations développées par l'un de nous au sujet des oscillations à longues périodes que peuvent présenter les moteurs hydrauliques, mais ce qui est vrai pour ces derniers ne l'est pas pour les machines à vapeur à piston. Dans celles-ci, la dépense du fluide moteur est bien plutôt proportionnelle au nombre de tours qu'au temps. Chaque coup de piston emporte à peu près la même quantité de vapeur, si bien que plus une machine à vapeur tourne vite et plus elle fournit de travail, tandis qu'il n'en est pas ainsi pour les roues et les turbines.

L'hypothèse que fait M. Lecornu, dans la troisième partie, d'une action régulatrice proportionnelle au déplacement de la valve est très admissible, surtout pour les moteurs à plusieurs cylindres; ce qui l'est moins, c'est de supprimer de l'équation du mouvement le terme *fonction de la vitesse* qui représente l'augmentation des résistances résultant de l'accroissement de cette vitesse; cependant, comme cette omission est plus acceptable pour

les machines à vapeur que pour les autres et comme, d'autre part, elle n'a d'autre inconvénient que de réduire la généralité, on conçoit que l'auteur, dans un but de simplification, l'ait acceptée.

La suite du Mémoire est consacrée au cas d'une action régulatrice discontinue et au cas de faibles perturbations, puis il se termine par l'étude analytique d'une perturbation; la méthode qu'imagine M. Lecornu pour traiter ce problème difficile suppose le volant très puissant; elle permet de procéder par approximations successives sans qu'on n'ait jamais à effectuer que des quadratures.

Malheureusement, les calculs auxquels on est conduit sont, comme le reconnaît l'auteur, d'une longueur rebutante dès la seconde approximation et il faudrait pouvoir les simplifier notablement pour en tirer des conséquences pratiques.

Les différentes observations que nous avons faites, au sujet des diverses hypothèses admises par M. Lecornu, portent sur la valeur de ces hypothèses et non sur la valeur du travail; on peut les résumer en disant que l'auteur n'a pas pris la question à un point de vue absolument général.

Mais, cette réserve faite, le travail de M. Lecornu est une monographie très étudiée et très complète de la marche de la régulation dans une machine à vapeur pourvue d'un régulateur de Watt lorsqu'on peut négliger l'influence de la vitesse sur les résistances.

La corrélation du régulateur et du volant y est mise en lumière d'une façon très détaillée et très claire; c'est donc une importante contribution à la théorie de la régulation et un perfectionnement notable des théories antérieures qui laissaient de côté le rôle capital du frottement.

Ce travail se distingue d'ailleurs par le souci de l'exactitude et le soin apporté à l'évaluation des erreurs possibles résultant de l'emploi obligé de formules approchées.

En résumé, les travaux soumis à l'Académie par MM. Marié et Lecornu sont d'une importance réelle, mais d'un caractère bien différent; les Mémoires de M. Marié constituent une œuvre de longue haleine, consciencieusement faite et patiemment poursuivie dans un but pratique; le Mémoire de M. Lecornu est une œuvre théorique intéressante, qui indique de hautes qualités mathématiques et qui répond bien à la question posée. Ces deux travaux méritent à des titres divers d'être récompensés et la

Commission du prix Fourneyron demande à l'Académie que le prix soit partagé entre MM. **Marié** et **Lecornu**.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Faye, Wolf, Lœwy, Callandreau; Tisserand, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Maurice Hamy** pour l'ensemble de ses travaux. Le premier, une Thèse de doctorat, a été justement remarqué. On sait que Clairaut a assimilé les corps célestes à un ensemble de couches homogènes dont la densité va en décroissant du centre à la surface; il a vu que les conditions d'équilibre étaient à fort peu près remplies quand on suppose que les surfaces de séparation sont des ellipsoïdes de révolution. M. Hamy montre en toute rigueur que l'équilibre exige que ces surfaces, supposées ellipsoïdales, aient toutes les mêmes foyers ; mais, alors, la vitesse angulaire de rotation n'est pas la même pour les diverses couches; elle augmente sans cesse de la surface au centre. Il indique une loi de cette vitesse pour laquelle deux figures d'équilibre correspondent à chaque valeur de la rotation superficielle, pourvu que celle-ci soit inférieure à une limite déterminée.

M. Hamy a abordé un autre problème difficile et important, celui de la détermination approchée des termes éloignés du développement de la fonction perturbatrice suivant les cosinus des multiples des longitudes moyennes.

Il a pris pour point de départ la belle méthode de M. Darboux, concernant la valeur approchée des fonctions de très grands nombres, et s'est placé d'abord dans le cas où, l'inclinaison des orbites étant quelconque, les excentricités sont nulles. Il a également traité le problème pour deux planètes, décrivant l'une un cercle, l'autre une ellipse, sans limiter l'excen-

tricité de cette ellipse, complétant ainsi les profondes recherches de M. Poincaré sur le même sujet. Quelques lignes de calcul suffisent à M. Hamy pour obtenir, avec ses formules, à $\frac{1}{15}$ près la valeur du coefficient de l'inégalité à longue période, qui existe dans le mouvement de la Lune, et qui provient de l'action de Vénus.

Les recherches qui précèdent sont du domaine de l'Astronomie mathématique.

M. Hamy a fait d'autres travaux très intéressants, dans une direction bien différente, sur les instruments astronomiques. Nous nous bornerons à citer les Notes :

Sur un procédé physique pour la mesure de l'inclinaison du fil de déclinaison des cercles méridiens;

Sur la flexion des fils micrométriques;

Sur le contrôle des tourillons d'un instrument méridien par la méthode interférentielle de M. Fizeau;

Sur la mesure des faibles diamètres.

Il nous suffira de dire que, dans cet ordre d'idées, M. **Hamy** a montré qu'il possède à fond les ressources et l'ingéniosité du physicien. Nous ajouterons qu'il a construit de ses propres mains tous les instruments qui lui ont été nécessaires dans ses recherches délicates.

La Commission est heureuse de lui décerner le prix Lalande.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Faye, Tisserand, Callandreau, Wolf;
M. Lœwy, rapporteur.)

M. **Denning** n'a pas choisi l'Astronomie comme carrière professionnelle et n'est attaché à aucun établissement d'État. Propriétaire, à Bristol, d'un observatoire privé, il y observe avec le plus grand zèle et le plus grand succès les étoiles filantes ; il est aussi un infatigable chercheur de comètes.

Son coup d'essai en ce genre a été la découverte de la très intéressante comète périodique 1881 V. Depuis il a encore trouvé quatre autres de ces astres : les comètes 1890 VI, 1891 I, 1892 II et 1894 I; la dernière, qui circule également dans une trajectoire elliptique, a pu être considérée

avec quelque vraisemblance comme un débris de la comète de Brorsen.

L'éclat de tous ces astres, depuis leur apparition jusqu'à leur disparition, est resté toujours très faible, circonstance qui rehausse encore la valeur de ces découvertes pénibles.

M. Denning est une autorité reconnue dans le champ des recherches relatives aux étoiles filantes. A lui seul il a déterminé un millier de points radiants, c'est-à-dire le tiers environ de tous les radiants connus de ces météores. L'astronome russe Kleiber a calculé les orbites de tous les essaims nouveaux constatés par M. Denning. Les résultats importants ainsi obtenus posent aux astronomes des problèmes intéressants, particulièrement par rapport aux essaims de longue durée.

M. Denning ne s'est pas contenté d'explorer le Ciel dans les nuits où ces météores apparaissent en grande abondance. Il a eu la persévérance de poursuivre ces observations systématiquement pendant toutes les nuits de l'année. Ce mode de recherche a mis particulièrement en évidence les points d'émanation dont l'activité se prolonge pendant plusieurs mois.

Un Ouvrage publié par M. Denning, renfermant la nomenclature et les positions de tous les objets curieux du Ciel, est consulté utilement par les astronomes de profession, aussi bien que par les amateurs éclairés.

Enfin, comme Président d'une association d'astronomes pour l'observation des étoiles filantes et la recherche des comètes, M. Denning a su imprimer un développement très fécond à cette catégorie de travaux.

En considération de ces labeurs soutenus et de cette initiative scientifique d'un haut mérite, la Commission propose à l'Académie de décerner à M. **Denning** le prix Valz.

PHYSIQUE.

PRIX L. LACAZE.

(Commissaires : MM. Berthelot, Bertrand, Cailletet et les membres de la Section de Physique; Lippmann, rapporteur.

M. **Edmond Bouty**, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, est l'auteur de nombreuses et intéressantes recherches de Physique, portant principalement sur le magnétisme et l'électricité.

Le premier travail de M. Bouty, présenté comme thèse, a pour objet le problème si compliqué de la distribution magnétique.

L'auteur a réalisé des cas de distribution simples, et facilement utilisables : le cas du barreau brachypolaire, c'est-à-dire assez court pour que la distribution y soit linéaire, et se comportant comme un élément magnétique; le cas du barreau infiniment long portant des charges magnétiques indépendantes de la longueur du barreau.

Le phénomène singulier et jusqu'alors inexpliqué de l'*électrostriction* a également occupé M. Bouty. Un dépôt métallique, déposé électriquement sur un support conducteur, se moule sur une surface avec une extrême délicatesse. Néanmoins, si on le détache, on constate qu'il n'a pas la même dimension que son support; il est, en général, plus petit, quelquefois plus grand; il s'est déposé, en réalité, à l'état de dilatation ou de contraction forcée. C'est ainsi que si l'on cuivre galvanoplastiquement un réservoir de thermomètre, on constate un déplacement considérable et permanent du zéro, dû à une forte compression ou à une dilatation forcée du réservoir, correspondant à une pression d'un grand nombre d'atmosphères : c'est l'électrostriction. M. Bouty a donné l'explication : chaque couche métallique infiniment mince déposée par le courant est, au moment de sa formation, à une température différente de celle du milieu. Le dépôt formé se trouve ainsi, dans le cas de la contraction, avoir été pour ainsi dire serti à chaud.

Cette variation de température est due à l'effet Peltier, que l'auteur a mis en évidence expérimentalement, malgré la difficulté d'opérer au sein d'une masse liquide refroidissante.

Dans un de ses travaux plus récents, M. Bouty a étudié les condensateurs

à diélectriques complexes, et montré l'influence d'une couche d'air laissée entre les armatures métalliques et la lame isolante solide intercalée. Cette influence est considérable, si, dans un condensateur à mica, on supprime la couche d'air en argentant les faces du mica; on double la capacité : c'est ainsi que sont construits les derniers condensateurs de la maison Carpentier.

M. Bouty a abordé avec succès la mesure de la résistance des sels fondus, continuée depuis par M. Lucien Poincaré. Votre Commission a pensé que les beaux travaux de M. **Bouty** méritaient le prix Lacaze pour 1895.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (STATISTIQUE).

(Commissaires : MM. Haton de la Goupillière, de Jonquières, Bertrand, de Freycinet, Brouardel).

Cinq Communications ont été présentées cette année à l'Académie des Sciences en vue du concours pour le prix Montyon de Statistique. Trois d'entre elles ont paru à votre Commission mériter des distinctions. Les deux premières ont des mérites presque égaux, et la Commission vous propose de partager entre elles le prix dans les Rapports suivants :

Trois cinquièmes du prix à M. **Alfred Martin** pour son travail intitulé : *Étude historique et statistique sur les moyens de transport dans Paris;*

Deux cinquièmes du prix à M. **Charles Baltet** pour son Ouvrage qui a pour titre : *L'Horticulture dans les cinq parties du monde.*

Prenant en considération la grande valeur et l'étendue de ces productions ainsi que la modicité du montant du prix, votre Commission émet le vœu que l'Académie veuille bien cette année, sur les fonds dont elle a la libre disposition, en doubler pour le moins l'importance.

En outre, elle décerne une mention honorable à la Communication de MM. **Hovelacque** et **Hervé** pour leur Volume intitulé : *Recherches ethnologiques sur le Morvan.*

Les Rapports dont il va vous être donné lecture font connaître les motifs qui ont dicté ces diverses résolutions.

Rapport de M. **Haton de la Goupillière** *sur l'étude de M.* Alfred Martin, *relative aux moyens de transport dans Paris.*

M. **Alfred Martin** a soumis au jugement de l'Académie un remarquable travail qui a pour titre : *Étude historique et statistique sur les moyens de transport dans Paris,* avec plans, diagrammes et cartogrammes. Cet Ouvrage forme un Volume grand in-8° renfermant 462 pages, d'un petit caractère, sorties des presses de l'Imprimerie Nationale. Il contient un nombre très considérable de tableaux numériques puisés aux sources officielles et très bien coordonnés. La publication en a été faite sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

L'auteur a cherché à approfondir, dans le plus grand détail, cette question si capitale du transport dans Paris des hommes et des choses. Il en analyse tous les modes, dont il présente le plus intéressant historique. On y voit, sous François Ier, apparaître les carrosses de maîtres, puis, vers 1650, les premières voitures de louage, et, en 1662, les omnibus, auxquels s'intéressait Blaise Pascal. Ils disparaissent, d'ailleurs, après une carrière éphémère, pour ne renaître qu'en 1828. Après avoir parcouru toutes les péripéties qu'ont traversées successivement ces modes essentiels de transport et beaucoup d'autres : chaises à porteurs, litières, vinaigrettes, coches, batelets, etc., pour ne parler ici que du transport des personnes, M. Martin arrive à l'époque actuelle. Il nous montre, avec un grand luxe de détails, les 2450000 habitants de Paris, disputant le sol de la circulation à 44000 voitures de toutes sortes et 80000 chevaux, indépendamment du chemin de fer de ceinture et de 100 bateaux-omnibus, et se servant de ces véhicules sur le pied de 400 millions de voyageurs par an.

Indépendamment de la statistique, on trouve dans cet Ouvrage de nombreux actes et règlements concernant la matière à diverses époques.

Il serait impossible de méconnaître le très grand mérite d'un tel travail, fruit d'un énorme labeur et d'un remarquable esprit d'ordre et de méthode. Ce mérite, du reste, a déjà été reconnu de divers côtés, notamment par la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale qui, sur un très intéressant Rapport de M. Lavollée, a décerné à l'auteur une médaille d'or.

Votre Commission, Messieurs, reconnaissant la grande valeur de l'Ouvrage qui lui est présenté, et l'importance du service rendu par lui à l'intérêt public ainsi qu'aux Sociétés financières qui s'occupent de transports, attribue à M. **Alfred Martin** les trois cinquièmes du prix Montyon de Statistique pour 1895.

Rapport sur l'Ouvrage de M. Charles Baltet, *intitulé : « l'Horticulture dans les cinq parties du monde »*. M. **de Jonquières**, rapporteur.

L'Ouvrage que M. **Charles Baltet**, horticulteur à Troyes, présente à l'Académie des Sciences pour le concours au prix de Statistique en 1895, était, dans sa première rédaction, destiné à répondre à la question suivante, inscrite au programme horticole de 1893 : *Étude comparative entre l'Horticulture française et l'Horticulture étrangère,* sujet très vaste, exigeant de nombreuses recherches, coordonnées avec méthode. Les hommes compétents, dont se composait la Commission du Congrès, ont jugé que le travail de M. Baltet était très bien fait, intéressant, plein de détails précis et utiles, et lui ont décerné un prix de *dix mille francs.*

Ce n'est plus au même point de vue technique, que M. Baltet présente aujourd'hui son Livre à l'Académie, mais plus particulièrement comme une œuvre de Statistique, et c'est à ce titre que nous l'avons examiné.

En comptant la France et ses Colonies, qui doivent surtout appeler notre attention, l'Ouvrage de M. Baltet embrasse 77 pays, dont chacun a été étudié, aussi complètement que l'ont permis les documents, officiels ou privés, que l'auteur a pu se procurer, d'après un plan uniforme, dont voici les lignes principales :

Horticulture d'enseignement;

Horticulture de produit;

Horticulture d'agrément.

L'action exercée par l'État, le rôle joué par les Sociétés horticoles, les Écoles et les Orphelinats, les Cours et les Conférences, les jardins d'étude sont autant de sujets passés en revue. Les centres de production et de commerce sont indiqués avec soin; les cultures industrielles mentionnées avec chiffres à l'appui; la bibliographie et la monographie horticoles, les services rendus par la presse spéciale sont cités en leur lieu. L'Ouvrage de M. Baltet, qui ne se compose pas de moins de 800 pages, grand in-4°, contient donc, dans toutes les directions, des renseignements statistiques

et autres, extrêmement nombreux, avec des comparaisons utiles aux économistes, aux horticulteurs, aux industriels, aux commerçants et aux statisticiens.

Afin de donner une idée plus précise de l'ordonnance de cet Ouvrage, prenons la France et ses Colonies, qui y occupent 300 pages. Les matières s'y succèdent ainsi :

Action du Gouvernement et rôle des divers Ministères;

Enseignement horticole : par l'État; à l'Institut agronomique; aux Écoles nationales et aux Écoles pratiques d'Agriculture; dans les fermes-écoles; aux stations agronomiques et aux chaires d'Agriculture; dans les orphelinats, asiles, refuges, écoles libres, colonies horticoles de garçons et de filles;

Sociétés d'horticulture, syndicats, etc.; conférences et cours publics;

Jardins botaniques et d'étude : au Muséum, à Brest, au cap d'Antibes (sous la direction de notre Confrère M. Naudin, qui a fourni à l'auteur une Note sur l'Horticulture méridionale et les végétaux acclimatés à la villa Thuret), etc.;

Cultures maraîchères par régions, exportation, culture forcée, primeurs de légumes, conserves;

Cultures fruitières et primeurs;

Production de fleurs et de plantes ornementales, naturelle, ou forcée par le chauffage;

Art des jardins, son historique et ses développements depuis la Renaissance;

Journaux et Ouvrages horticoles.

Les pays étrangers, par ordre alphabétique, sont traités d'après le même plan.

Dans chacune des sections précitées, on trouve, selon leur nature : un résumé des règlements; la mention du nombre des élèves; les chiffres de production, d'exportation et d'importation, avec leurs valeurs en argent; l'indication des praticiens notables; une description sommaire des localités qui se distinguent par l'importance du mouvement horticole; l'indication des progrès accomplis, ou désirables; des vœux pour le perfectionnement de quelques institutions, « dont la stabilité politique et gouvernementale serait, dit l'auteur, l'un des facteurs principaux »; le tout appuyé sur des documents de statistique.

En rendant hommage au rang élevé de l'Horticulture française, l'auteur en indique les lacunes, surtout dans nos colonies ou pays à protectorat,

et il signale les dangers croissants de la concurrence étrangère, dont les produits et les méthodes doivent, dans certains cas, stimuler nos producteurs à conserver leur supériorité jusqu'ici reconnue. Ceux-ci y peuvent apprendre ce qu'était jadis l'Horticulture, ce qu'elle est maintenant et ce qu'elle doit être. A ce point de vue, le Livre de M. Baltet est empreint d'un patriotisme de bon aloi. C'est un mérite joint à tous les autres, parmi lesquels il convient de signaler l'élégance d'une rédaction, qui se retrouve dans d'autres publications du même auteur.

Par ces motifs, la Commission décerne à M. **Charles Baltet** les deux cinquièmes du prix de Statistique.

Rapport sur l'Ouvrage de MM. A. Hovelacque *et* G. Hervé, *intitulé « Recherches ethnologiques sur le Morvan »*. M. **Brouardel**, rapporteur.

MM. **Ab. Hovelacque** et **Georges Hervé** ont envoyé un Mémoire fort intéressant intitulé : *Recherches ethnologiques sur le Morvan*.

Ces auteurs ont fait remarquer que la population du Morvan avait été protégée par sa situation géographique contre les peuples qui, à des époques diverses, ont envahi notre sol. Aussi, jusqu'au commencement de ce siècle, les habitants avaient conservé le type celte pur. Mais, depuis quatre-vingts ans, le Morvan a reçu plus de cinquante mille enfants assistés et les auteurs ont mis en évidence un phénomène remarquable : la substitution factice, en ce coin du territoire national, d'une population nouvelle et complexe à une vieille population homogène qu'un isolement séculaire avait protégée jusqu'au jour où, brusquement, elle s'est trouvée mêlée au mouvement qui a si profondément modifié dans ses rapports ethniques, comme il l'a modifiée dans l'ordre économique, la France du xix[e] siècle.

MM. **Hovelacque** et **Hervé** ont suivi minutieusement, par les méthodes de la Statistique, ce mouvement au point de vue de la natalité, de la mortalité de la population et des conditions économiques de son existence : valeur des propriétés bâties et non bâties, des denrées alimentaires, etc.

Cette étude très consciencieuse, très intéressante, a nécessité de longues recherches et votre Commission a pensé qu'il était juste de la signaler à l'attention en lui décernant une mention honorable.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Friedel, Troost, Schützenberger, Gautier, Moissan ; Grimaux, rapporteur.)

Votre Commission vous propose de faire participer, au prix Jecker, à des degrés différents, trois chimistes qui ont eu le mérite de poursuivre d'intéressantes recherches en dehors des ressources qu'offrent à Paris les laboratoires de l'Enseignement supérieur, et qui, tous les trois, sont dignes du titre de lauréats de l'Institut.

En première ligne vient M. **Tanret**, que ses travaux ont depuis longtemps désigné aux suffrages de l'Académie. M. Tanret, pharmacien à Paris, a repris la tradition de la Chimie du commencement du siècle, et depuis vingt ans a fait d'heureuses applications de l'analyse immédiate en isolant et caractérisant les espèces naturelles créées par les végétaux. Dans un premier travail, il a isolé le principe actif de l'ergot de seigle, l'*ergotinine,* puis il s'est attaché à résoudre le problème difficile de l'extraction du principe actif de l'écorce de racine de grenadier ; au cours de ses recherches délicates, il a réussi à isoler ce principe actif, qui constitue une base liquide, à laquelle en souvenir de Pelletier, un des maîtres de l'analyse immédiate, il a donné le nom de *pelletiérine*, et de plus il a extrait trois autres alcaloïdes, dont deux volatils et le troisième cristallisé : l'*isopelletiérine*, la *pseudo-pelletiérine* et la *méthylpelletiérine*. Cet important Mémoire, où l'auteur a déployé une habileté expérimentale peu commune, a de suite attiré sur lui l'attention des chimistes.

M. Tanret a poursuivi cette voie, en étudiant les principes de l'écorce d'orange amère, dont on avait retiré jusque-là une substance cristallisée, l'*hespéridine*. M. Tanret a montré qu'en outre de l'hespéridine, l'écorce d'orange amère renferme l'*isohespéridine*, cristallisée, trois substances acides et une matière amorphe, l'*aurantiamine*, à laquelle l'écorce doit son amertume ; de plus, il a fait voir que l'hespéridine et son isomère sont des glucosides, qui, par hydratation, fournissent non seulement du glucose,

mais en même temps un autre sucre, l'isodulcite, ce qui l'a amené à modifier les formules qu'on attribuait jusqu'alors à des glucosides.

En collaboration avec M. Villiers il a isolé des feuilles de noyer la *nucite*, dont les auteurs ont reconnu depuis l'identité avec l'inosite, et ils ont fait voir que l'inosite des végétaux, quelle que soit son origine, est identique de tout point avec l'inosite musculaire; de plus, M. Tanret a extrait d'un *aprotosperma*, un sucre nouveau, la *québrachite*, $C^7H^{14}O^6$, et obtenu une inosite lévogyre qui, en se combinant à l'inosite dextrogyre, donne un composé inactif, ces trois corps présentant les mêmes relations que l'acide tartrique droit, l'acide tartrique gauche, et l'acide racémique.

L'étude des hydrates de carbone a continué à l'occuper, il a réussi à extraire de l'orge, du seigle et du blé, la *lévosine*, que l'hydratation transforme en lévulose, et comparable à la dextrine qui se convertit en glucose droit. Il a de plus élucidé la question de l'*inuline*, hydrate de carbone qu'on extrait de la racine d'aunée et des tubercules de dahlia, et dont les propriétés présentaient certaines divergences, suivant les auteurs qui les avaient décrites. M. Tanret a fait voir que ces divergences s'expliquent par ce fait que l'inuline est accompagnée dans le végétal par deux corps très voisins qu'il a pu isoler, la pseudo-inuline amorphe, et l'inulénine cristallisée.

Ces hydrates de carbone par hydratation donnent un mélange de glucose et de lévulose. Il les a retrouvés dans la racine de topinambour, qui renferme, en outre, de l'*hélianthénine* cristallisée et de la *synanthrine* amorphe; il a fait voir en même temps que le corps appelé *synanthrose* et regardé jusque-là comme un saccharose particulier aux topinambours est un mélange de synanthrine et de saccharose ordinaire.

L'étude des feuilles du sapin *epicea* a fourni à M. Tanret un glucoside nouveau, cristallisé, la *picéine*, qui se dédouble par l'émulsine en un phénol, le *picéol*, et en glucose, et par la baryte en lévulo-glucosane. Enfin, M. Tanret poursuit en ce moment d'importantes recherches sur les glucoses.

Par la suite des recherches que je viens de rappeler, sans parler de l'étude du terpinol, de l'extraction de la *vincétoxine*, des bases obtenues par l'action de l'ammoniaque sur le glucose, etc., M. Tanret s'est placé au rang des maîtres de l'analyse immédiate. Il a su créer des méthodes nouvelles et apporter dans tout ce qu'il a publié une habileté expérimentale de premier ordre, avec la rigueur dans la découverte des faits et la précision dans leur exposé.

Votre Commission est donc certaine que son jugement sera ratifié par l'Académie, en vous proposant de décerner le prix Jecker à M. **Tanret**, en lui allouant sur les fonds de ce prix une somme de *six mille francs*.

M. **Renard**, professeur à l'École des Sciences de Rouen, a commencé ses travaux par l'étude de l'oxydation des alcools par électrolyse. Des résultats intéressants ont été observés : avec l'alcool méthylique, la production de formiate de méthyle et de méthylal; avec l'alcool éthylique, de l'aldéhyde, de l'acétate et du formiate d'éthyle, de l'acétal, et un composé nouveau, le mono-éthylate d'éthylidène. Avec les alcools polyatomiques, glycol, glycérine, mannite, un terme constant est le trioxyméthylène, qui est le principal produit de la réaction. Avec la glycérine et le glycol il se forme, en même temps, un composé sirupeux qui présente la composition et les principales propriétés d'un glucose, mais qui n'est pas fermentescible. Ce glucose paraît se rapprocher du formose, polymère de l'aldéhyde méthylique, qui a été longtemps considéré comme non fermentescible, mais qui peut subir la fermentation quand il a été purifié, comme l'a fait M. Fischer, par sa combinaison avec la phénylhydrazine.

M. Renard a ensuite entrepris de longues et difficiles recherches pour isoler les produits si nombreux que fournit la distillation de la colophane. Il a montré une très grande habileté pour séparer les nombreux corps qui se forment. Outre les carbures aromatiques dont il a trouvé des termes nouveaux, il en a retiré des hydrocarbures d'une famille nouvelle qui sont des hydrures des carbures aromatiques, l'*heptène*, l'*octène*, le *nonène*, des carbures térébenthéniques, le *ditérébenthyle*, le *ditérébenthylène*, le *colophanthrène*, etc., et il a montré que la pyrogénation de la colophane est une source abondante d'acide propionique, ce qui lui a permis de faire une étude nouvelle des propionates.

Plus récemment, M. Renard a décrit des corps nouveaux de la série du thiophène, le *phényl-thiophène*, le *phényldithiényle*, le *trithiényle*, et a préparé à l'état de pureté les produits de l'action de l'ozone sur la benzine et le toluène.

En passant sous silence des recherches moins importantes, j'ajouterai que M. Renard a publié d'intéressants Ouvrages de Chimie appliquée à l'industrie.

L'importance des travaux de M. **Renard** qui a découvert un grand nombre d'espèces chimiques nouvelles, l'originalité de ses recherches, l'habileté avec laquelle il a triomphé des difficultés que présentent les tra-

vaux qu'il a entrepris, justifient pleinement les propositions de la Commission qui a décidé de lui décerner le titre de lauréat de l'Institut en lui accordant sur le prix Jecker une somme de *deux mille francs*.

M. **Burcker**, professeur à l'École de Médecine militaire du Val-de-Grâce, s'est occupé d'appliquer la méthode de Friedel et Crafts, dite *au chlorure d'aluminium*, à la production de divers composés de la série aromatique, de fonctions mixtes. C'est ainsi qu'il a obtenu les acides-acétones : benzoyl-propionique, toluo-propionique, et par transformation du premier, l'acide-alcool, *benzhydrile-propionique* et l'acide benzyl-propionique. L'action du chlorure de butyryle sur la benzine lui a donné une acétone, dont l'oxydation lui a permis d'isoler un composé à double fonction, acétone et aldéhyde, d'où il a dérivé un glycol primaire-secondaire. Des composés de cet ordre n'étaient pas encore connus dans la série aromatique.

En appliquant l'action du chlorure d'aluminium au mélange d'anhydride camphorique et de benzine, M. Burcker a isolé plusieurs acides nouveaux dont l'existence vient à l'appui de la formule de constitution du camphre, proposée par notre Confrère M. Friedel.

Outre ses travaux de Science pure, M. Burcker a donné des analyses de substances usuelles, vins, laits, etc., et publié un *Traité des falsifications des substances alimentaires*.

Les recherches de M. Burcker ont permis de compléter divers points de l'histoire des composés de la série aromatique; elles sont faites avec précision et avec méthode, votre Commission vous propose d'accorder à M. **Burcker** une somme de *deux mille francs* sur le prix Jecker.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Friedel, Troost, Schutzenberger, Gautier, Moissan, Grimaux, Berthelot, Schlœsing; Hautefeuille, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner cette année le prix La Caze pour la Chimie à M. **H. Le Chatelier**, professeur de Chimie industrielle à l'École des Mines.

Depuis près de vingt ans, l'Académie a toujours accueilli avec intérêt les travaux variés de M. Le Chatelier : il suffira donc d'en présenter ici une analyse rapide.

M. Le Chatelier a publié, en collaboration avec notre regretté Confrère, M. Mallard, des recherches expérimentales et théoriques sur la combustion des mélanges gazeux explosifs; puis, dans un Mémoire sur les équilibres chimiques, il a fait connaître quelques expériences intéressantes sur la dissociation des composés gazeux et la décomposition des sels par l'eau. A cette dernière étude, se rattachent par un lien étroit les considérations qu'il a développées ultérieurement sur les principes fondamentaux de l'Énergétique et leur application aux phénomènes chimiques.

Dans un autre ordre de recherches, nous rappellerons les perfectionnements apportés par M. Le Chatelier au pyromètre thermo-électrique de Becquerel : par le choix des métaux qui constituent les couples, par les méthodes de graduation et par les détails de la construction du galvanomètre, M. Le Chatelier a doté la Science et l'Industrie d'un précieux appareil de mesure des températures élevées. On lui doit également un pyromètre optique très ingénieux qui sert aujourd'hui à apprécier la température des foyers industriels et des coulées métalliques.

L'emploi du pyromètre thermo-électrique a permis à M. Le Chatelier d'étudier les transformations moléculaires du fer et du nickel, ainsi que du ferro-nickel et du maillechort; il lui a permis aussi de s'occuper avec succès de Céramique. L'étude du tressaillement des couvertes de la porcelaine tendre lui a révélé une propriété nouvelle du quartz : ce minéral éprouve à 580° un accroissement brusque dans ses dimensions, sans que la symétrie de son réseau soit aucunement modifiée. Cette transformation allotropique du quartz est réversible.

M. Le Chatelier a étudié, avec M. Mallard, bien d'autres transformations réversibles, notamment celles de la boracite, du sulfate de potasse et de l'iodure d'argent. L'étude de la transformation de l'iodure d'argent, en particulier, leur a montré que, conformément à l'une des lois de la Thermodynamique, la pression abaisse la température du changement d'état.

On doit enfin à M. Le Chatelier une série de recherches sur les mortiers hydrauliques, sur les borates et sur les alliages métalliques.

La Commission, se fondant sur l'importance, la variété et le nombre des travaux de M. **Le Chatelier**, lui décerne le prix La Caze.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. Fouqué, Daubrée, Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers; Albert Gaudry, rapporteur.)

L'Académie a décidé que le Grand Prix des Sciences physiques sera accordé cette année au travail qui contribuera le plus à l'avancement de la Paléontologie française, en traitant d'une manière approfondie des animaux articulés des terrains houillers et des terrains secondaires et en les comparant aux types actuels.

En 1893, l'Académie a donné le prix Delesse à M. Fayol pour ses admirables recherches à Commentry. Les objets nouveaux découverts dans le houiller par M. Fayol ont été tellement nombreux qu'il a dû, pour les faire connaître, prendre plusieurs collaborateurs. Il s'est adjoint MM. de Launay et Stanislas Meunier pour la Géologie; il a confié les plantes à MM. Bernard Renault et Zeiller, les poissons à MM. Sauvage et Charles Brongniart, les crustacés à M. Marcellin Boule, les insectes à M. Charles Brongniart. Grâce à notre éminent Correspondant, M. Grand'Eury, la Société de l'Industrie minérale de Saint-Etienne s'est chargée de la publication des trésors scientifiques trouvés à Commentry; cette publication fait grand honneur à la Société de l'Industrie minérale.

La collection des insectes houillers forme la partie la plus inattendue, la plus extraordinaire des découvertes de M. Fayol. M. **Charles Brongniart** était bien préparé à son étude par plusieurs Notes qu'il avait déjà fait paraître sur les Articulés fossiles. Son travail, commencé en 1878, a duré seize années; rien n'a été négligé pour le rendre aussi exact que possible. Comme, le plus souvent, les ailes seules des insectes sont conservées à l'état fossile, M. Brongniart a dû entreprendre une étude toute particulière de la nervation des ailes chez les insectes, surtout chez les Névroptères et les Orthoptères. L'ensemble de son Ouvrage comprend un fort Volume de texte et un Volume d'Atlas qui renferme 37 Planches in-folio.

Ce qui étonne surtout dans les insectes houillers, c'est leur dimension : le *Titanophasma* est long de $0^m,25$ de l'extrémité de l'abdomen au bord

antérieur de la tête sans comprendre les antennes; le *Meganeura*, avec ses ailes déployées, mesure $0^m,70$; l'*Archœoptilus* n'est pas beaucoup moindre. Les insectes actuels semblent les descendants réduits de ces géants des temps primaires. Mais, ainsi que le fait remarquer M. Brongniart, les insectes anciens, bien que supérieurs par la taille, ne sont pas arrivés à un perfectionnement comparable à celui des espèces de notre époque; ils montrent par là que, dans le monde animé, la grandeur n'est pas la condition nécessaire du progrès. Le thorax est formé de trois parties bien distinctes, ce qui prouve que les ganglions nerveux thoraciques étaient séparés les uns des autres, au lieu de former une seule masse comme de nos jours. Plusieurs insectes de Commentry ont conservé, à l'état adulte, des caractères qui ne se retrouvent à présent que chez les larves, par exemple : ils avaient des trachéo-branchies sur les côtés de l'abdomen; même, chez quelques-uns, les membranes supérieure et inférieure des ailes n'étaient pas intimement soudées, de sorte que le sang pouvait circuler librement.

Une des remarques les plus importantes faites par M. Brongniart est la présence au prothorax d'appendices, lui semblant représenter des rudiments d'ailes; les insectes d'aujourd'hui n'ont que deux paires d'ailes portées par le mésothorax et le métathorax; mais, d'après ce que montrent les insectes de Commentry, on peut croire qu'à l'origine les insectes ont eu trois paires de rudiments d'ailes, comme ils ont trois paires de membres. M. Brongniart pense que ces rudiments étaient simplement des lames pouvant servir de parachutes; plus tard, les lames du prothorax se seraient atrophiées, pendant que celles du mésothorax et du métathorax seraient devenues des ailes.

Les insectes de Commentry se rapportent à un très grand nombre de genres et d'espèces. Cependant, ils ne représentent que les ordres des Névroptères, des Orthoptères, des Thysanoures, des Homoptères. Ainsi, non seulement ils étaient moins perfectionnés que de nos jours, mais encore ils étaient moins différenciés.

Ces remarques et plusieurs autres faites sur le climat, les conditions de vie, ajoutent une page intéressante au grand livre de l'histoire de la Nature passée. Aussi votre Commission décerne à l'unanimité le Grand Prix des Sciences physiques à M. **Charles Brongniart**.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Daubrée, Grandidier, Van Tieghem, Fouqué; Milne-Edwards, rapporteur.)

Deux Mémoires ont été présentés pour le concours du prix Bordin, le premier intitulé : *Contribution à la connaissance mammalogique du Congo et de l'Oubanghi, d'après les spécimens rapportés par les voyageurs français;* l'auteur est M. **de Pousargues**, Licencié ès Sciences naturelles. Ce Travail, accompagné d'un grand nombre de Cartes indiquant la distribution géographique des animaux, est fait d'une manière très consciencieuse et très complète et il ajoute beaucoup à nos connaissances relatives à la répartition des Mammifères en Afrique. Les espèces recueillies par les différents voyageurs y sont étudiées avec un grand soin et comparées entre elles, leur habitat est exactement circonscrit et l'auteur arrive ainsi à délimiter les principales provinces zoologiques de l'Afrique. Le groupe des Singes lui a fourni la matière d'observations nouvelles et les voyageurs, aussi bien que les naturalistes, auront un grand avantage à lire ce Mémoire.

Le second travail, intitulé : *Géologie du Congo français,* est dû à M. **Barrat**, Ingénieur des Mines et chargé d'une mission par le Gouvernement. Il a rapporté de nombreux échantillons géologiques et minéralogiques, dont l'étude lui a permis d'arriver à des conjectures intéressantes sur la constitution générale du pays.

En explorant le bassin de l'Ogoué sur un itinéraire atteignant 2000^{km}, M. Barrat a trouvé, près de la côte, un nouveau gisement de terrains crétacés et il a constaté d'importants massifs de granit. L'étude du métamorphisme opéré au contact de ces roches et celle des discordances lui ont permis, dans les terrains de l'intérieur, de distinguer plusieurs séries assimilables au Silurien et au Dévonien, et antérieures aux grès qui remplissent le bassin du Congo. En complétant ses investigations par la discussion des coupes relevées par M. Dupont sur le bas Congo, l'auteur a pu esquisser l'histoire de la bordure occidentale du bassin du grand fleuve africain; c'est un point de départ intéressant pour l'étude plus complète de la Géologie du Congo.

La Commission a décidé de partager le prix Bordin entre M. **de Pousargues** et M. **Barrat**.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. Fouqué, des Cloizeaux, Gaudry, Hautefeuille; Daubrée, rapporteur.)

Malgré les occupations importantes qui absorbent une grande partie de son temps, M. **Delafond** s'est signalé par l'utile collaboration qu'il a apportée dans divers travaux géologiques, notamment la *Description du bassin houiller et permien d'Epinac et d'Autun, avec une Carte au* $\frac{1}{40000}$. Le terrain houiller y présente trois étages de constitution différente, offrant entre eux d'importantes discordances; l'étage moyen déborde sur l'étage inférieur (niveau de Rive-de-Gier) qui est lui-même largement débordé par l'étage supérieur.

La description géologique des terrains tertiaires de la Bresse nous fait connaître d'une manière très précise l'histoire de la formation d'une de nos grandes vallées, celle de la vallée de la Saône; nous en sommes redevables à M. Delafond, pour la Stratigraphie, et pour la Paléontologie, à M. Depéret, bien connu de l'Académie, dont il a été déjà lauréat.

Après le dépôt du miocène il s'est produit, dans cette région de la France, des mouvements orogéniques très intenses qui ont plié ces couches sous la forme d'une profonde cuvette, dont le bord oriental est souvent renversé. C'est dans cette vaste cuvette qu'ont été déposés les terrains pliocènes et quaternaires.

Les dépôts pliocènes inférieurs se sont formés dans l'estuaire d'une mer qui arrivait alors presque aux portes actuelles de Lyon, dans la vallée du Rhône. Les dépôts moyen et supérieur de cette même série pliocène sont fluviatiles et torrentiels. Les glaciers ont dû s'établir dans les Alpes, ainsi que dans les Vosges, dès la période moyenne. Les déplacements de ces glaciers et les variations dans l'importance des charriages des cours d'eau ont provoqué, depuis leur apparition jusqu'à la fin du quaternaire, des phénomènes multiples et complexes de creusements et de comblements.

Le pliocène supérieur ne comprend pas moins de cinq dépôts d'alluvions, disposés en terrasses, qui correspondent à un nombre égal de creusements et de comblements.

Pendant le quaternaire, il s'est produit cinq séries de dépôts. Les premiers se sont formés pendant que les glaciers alpins progressaient jusqu'à Lyon. Ces glaciers ont eu, dans leur marche, des temps d'arrêt

prolongés, pendant lesquels les cours d'eau engendrés par eux déposaient des cailloutis s'élevant jusqu'au sommet des coteaux et atteignant, dans la région lyonnaise, une altitude de plus de 300^m.

Pendant leur recul, les glaciers ont eu une longue période de stationnement dans les plaines du Dauphiné, où il s'est alors formé de nouvelles terrasses alluviales. Les glaciers se retirent alors dans les Alpes et les vallées s'approfondissent.

L'étude des faunes a permis de dater exactement ces diverses phases de dépôts, et de montrer les variations correspondantes de climat.

Il a fallu de patientes recherches, poursuivies pendant plusieurs années, pour triompher des difficultés d'observation, particulièrement dues au manteau uniforme de limon qui recouvre la plaine.

La Commission du prix Delesse le décerne à M. **Delafond**, pour ses diverses études stratigraphiques.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Trécul ; Guignard, rapporteur.)

On a souvent et depuis longtemps émis l'opinion qu'un grand nombre de petites Algues vertes très répandues, à structure très simple, dont la multiplication se fait par scissiparité, ne sont pas des organismes autonomes, mais des stades réguliers ou des états anamorphiques d'autres algues plus compliquées. Qu'il en fût réellement ainsi, on ne pouvait réellement l'établir d'une manière formelle avant qu'on eût appris à connaître avec exactitude la structure intime de la cellule, la fixité de cette structure, et su distinguer les différences souvent minimes qui les séparent. Il fallait en outre, à l'exemple des bactériologistes, prendre l'habitude de cultiver les Algues dans des conditions telles qu'on pût les suivre dans toutes les phases de leur développement, sans mélange d'autres espèces, et faire varier ces conditions de façon à modifier, si possible, leur développe-

ment. L'application de cette méthode a conduit aux résultats les plus intéressants, non seulement au point de vue biologique, mais aussi au point de vue de la classification. Elle met, en effet, en évidence des rapports que ne montre pas la simple observation, dont on se contentait autrefois, des êtres parvenus à leur état complet.

M. **Antonino Borzi**, professeur de Botanique à l'Université de Palerme, fut un des premiers à employer cette méthode, avec un succès qui l'a rendu un des algologues les plus appréciés de notre temps. Une partie de ses observations a été publiée dans des Mémoires plus ou moins étendus; le plus grand nombre est réuni dans un important Ouvrage, intitulé : *Studi algologici,* accompagné de belles Planches dessinées par l'auteur. Un premier fascicule a paru en 1883, un second l'année dernière. Ce second fascicule, qui comprend 260 pages et 21 Planches, a été envoyé au concours pour le prix Desmazières. Douze genres, dont cinq nouveaux, y sont étudiés minutieusement.

Il n'est pas possible de passer en revue tous les points intéressants qui s'y trouvent exposés pour la première fois et qui, pour la plupart, sont définitivement acquis; il suffira de reproduire les conclusions que l'auteur a tirées de ses recherches pour montrer le grand intérêt qu'elles ont pour la Biologie générale.

1° Chez les Algues vertes inférieures, la vie se résume en un certain nombre de phases auxquelles correspondent tout autant de formes de développement; le nombre de ces phases n'est pas fixe, il varie suivant les conditions de lieu et de temps.

2° Toute forme de développement est apte à persister et à se perpétuer par germes asexués ou par scissiparité.

3° Dans beaucoup de cas, ce mode de multiplication se poursuit pendant un temps indéterminé et paraît ainsi n'avoir aucun lien avec les formes qui l'ont précédé.

4° Parfois les formes diverses se répètent périodiquement et régulièrement, toute trace de l'état antérieur disparaissant avec l'apparition de l'état nouveau.

5° Certaines formes font partie du cycle normal de la vie de l'organisme; d'autres représentent des particularités accidentelles d'organisation, dues à des modifications morphologiques congénitales, à l'affaiblissement du pouvoir nutritif, à l'altération ou au changement des conditions physiques et chimiques du substratum. Toutes ces formes sont d'ailleurs aptes à se maintenir par scissiparité.

En attribuant le prix Desmazières à M. **Borzi**, pour ses *Studi algologici*, la Commission serait heureuse que l'auteur y vît un encouragement à poursuivre ses recherches et à donner prochainement une suite aux fascicules déjà parus.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Chatin, Trécul, Guignard; Bornet, rapporteur.)

Sous le titre de *Prodrome de la Flore bryologique de Madagascar, des Mascareignes et des Comores*, M. **F. Renauld**, bien connu par ses nombreux et bons travaux sur les Mousses, présente au concours du prix Montagne un Ouvrage manuscrit de 274 pages où il a réuni tous les renseignements, publiés ou inédits, qui existent en ce moment sur les Mousses et les Hépatiques de ces îles. Il ne s'agit pas d'un simple complément à une flore déjà presque connue, mais d'une contribution dont l'importance est mise en relief par la comparaison de quelques chiffres, pris dans le Tableau récapitulatif des espèces, donné par M. Renauld, et dans celui que M. Bescherelle a publié, en 1880, dans sa *Florule bryologique de la Réunion et des autres îles austro-africaines de l'océan Indien*. Dans cet Ouvrage fondamental, M. Bescherelle cite 507 espèces pour l'ensemble de la circonscription, M. Renauld, 719; pour Madagascar seulement M. Bescherelle en énumère 71, M. Renauld en connaît 388 dont plus de 100 sont nouvelles. Cette extension considérable des données acquises est en grande partie due aux efforts de l'auteur qui, depuis sept ans, a sollicité et obtenu le concours de plusieurs explorateurs. La plupart des nouveautés qui lui sont parvenues ont été décrites dans une série de Notes qui ont paru, de 1890 à 1894, dans les *Mémoires de la Société royale de Botanique de Belgique*. Enfin, pour fournir aux Bryologues un moyen facile de vérifier les espèces de la région, M. Renauld a distribué en nature, dans une collection ayant pour titre : *Musci mascareno-madagascarienses exsiccati*, les espèces les plus répandues dans les îles austro-africaines et qui caractérisent le mieux leur végétation.

Après avoir donné la liste des documents dont il s'est servi et celle des collecteurs qui lui ont fourni des matériaux, l'auteur indique la manière dont il pense que l'espèce doit être entendue, lorsqu'il s'agit d'une flore exotique connue seulement par un petit nombre d'échantillons d'herbier.

Il décrit ensuite la géologie et le climat des différentes îles qui constituent la circonscription de sa flore et résume dans les propositions suivantes les caractères généraux de cette flore.

La flore est tropicale-australe.

Le groupe des îles austro-africaines de l'océan Indien constitue un domaine bryologique indépendant.

Chaque île a son autonomie particulière inégalement accusée.

La flore est en relation : d'une part, avec celle de l'archipel indo-javanais par des espèces affines, et surtout, d'autre part, avec celle des montagnes de l'Afrique australe par des espèces affines et de nombreuses espèces communes.

La connexion de la flore du groupe des îles austro-africaines avec la flore du continent africain, autrefois inconnue, devient de plus en plus apparente à mesure que les explorations se multiplient, et l'on peut déjà affirmer « que les Mousses des massifs montagneux de l'Afrique australe, aussi bien à l'ouest qu'à l'est, offrent de nombreuses analogies avec celles des montagnes de Madagascar, des Comores, des Mascareignes, et ces analogies sont bien plus importantes que celles qui s'appliquent à l'archipel indo-javanais ». Entre autres exemples, l'auteur cite le genre *Hildenbrandtiella,* considéré il y a quinze ans comme particulier aux îles austro-africaines, qui a été retrouvé dans l'Usambara, le Cameroun et l'île de San-Thomé dans le golfe de Guinée.

M. Renauld passe ensuite en revue chacune des îles qui composent le domaine de sa flore, en indiquant les changements qui se sont produits depuis la publication de la *Florule* de M. Bescherelle. Pour Madagascar, il esquisse les zones entre lesquelles se grouperont les Mousses, lorsque la contrée aura été plus complètement explorée, en faisant observer que, des quatre zones qu'il distingue : zone des forêts, zone du plateau central, zone des savanes occidentales, zone des landes méridionales, les deux dernières sont encore inconnues au point de vue bryologique. Même pour les deux premières, l'auteur se borne à donner les résultats des explorations dues aux divers collecteurs, en les groupant par localités analogues.

Le Mémoire se termine par l'énumération méthodique de toutes les espèces appartenant à la flore. Les espèces nouvelles sont décrites en détail et, quand il est nécessaire, des annotations critiques complètent les descriptions.

Le travail présenté par M. Renauld est conçu et exécuté avec beaucoup de méthode, de soin et de clarté; il constitue un cadre excellent où

viendront se ranger sans peine les découvertes qui ne peuvent manquer de se produire dans un avenir qui ne sera pas sans doute bien éloigné maintenant. Aussi la Section de Botanique est-elle unanime à décerner à M. **F. Renauld** le prix Montagne pour 1895.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Trécul, Guignard; Chatin, rapporteur.)

Parmi les OEuvres adressées à l'Académie pour le prix La Fons-Mélicocq, la Commission a distingué, comme rentrant plus spécialement dans le sujet du prix, un travail, manuscrit, de M. **Géneau de la Marlière**, ayant pour titre : *Distribution géographique des Cryptogames supérieurs dans le nord de la France*.

OEuvre surtout de coordination des nombreux travaux de ses devanciers, M. Géneau de la Marlière s'est livré toutefois, personnellement, à de nombreuses excursions botaniques qui lui ont permis, non seulement de vérifier les données acquises, mais encore d'y ajouter, ce qui pouvait sembler difficile pour un pays déjà tant de fois exploré par Éloy de Vicq, abbé Boulay et Gonse, pour ne parler que des principaux.

Votre Commission, appréciant les efforts de l'auteur et la valeur réelle d'un travail où l'originalité semblait d'autant plus difficile que le sujet avait été plus souvent traité, lui accorde le prix, qui est de *neuf cents francs;* laissant en réserve l'annuité du prix non décerné dans la période précédente.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Guignard; Émile Blanchard, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Thore, pour l'année 1895, à M. **P. Mégnin**, auteur d'un remarquable Ouvrage ayant pour titre : *Les Parasites*

articulés et accompagné d'un Atlas composé de 26 Planches d'une belle exécution. Dans l'œuvre de M. Mégnin, sont étudiés tout d'abord les Diptères. Décrits dans leurs caractères zoologiques, ils sont ensuite examinés sous le rapport de leur action pathogénique. Les Œstrides qui vivent à l'état de larves, les uns sous les téguments, les autres dans l'estomac des Ruminants, sont le sujet d'une histoire très complète et très intéressante, ainsi que les Ornythonides, dont le développement est des plus singuliers ; dans ce groupe, les femelles ne pondent pas des œufs, mais bien une pupe ; l'évolution s'accomplissant dans le corps de la mère.

Venant à l'ordre des Hémiptères, l'auteur traite tout particulièrement du genre Punaise : c'est la Punaise des lits (*Cimex lectularia*) ; ce sont ensuite les Aphaniptères ou les Puces, puce de l'homme, puce du chien, puce d'hirondelles.

La puce de l'Amérique méridionale, connue sous le nom de *Chique* (*Pulex penetrans*), qui s'introduit sous les téguments où elle produit de graves désordres, est de la part de notre auteur l'objet d'une intéressante étude. Il signale aussi un insecte très singulier par ses caractères zoologiques, mais qui en réalité se rattache au type des Puces (le *Pletypsyllus Castoris*) et vit sur le Castor.

Les parasites qui se tiennent sur les téguments chez les Mammifères, à la base des poils, et sur les Oiseaux contre le tuyau des plumes, sont le sujet d'un long chapitre dans l'Ouvrage dont nous donnons une analyse. Ce sont maintenant les Acariens et surtout les Sarcoptides, qui déterminent la gale chez l'homme et chez nombre de Mammifères, êtres microscopiques qu'on sait détruire aujourd'hui par des moyens très assurés.

Dans l'œuvre de M. Mégnin, se trouvent consignées des observations absolument neuves et d'un intérêt tout à fait exceptionnel. Il y a, dit-il, dans l'ordre des Acariens, une classe de parasites que nous avons appelés *Parasites auxiliaires*. Ce sont des Acariens de la tribu des Cheylétides, que chassent et dévorent les Acariens mutualistes. On ne connaissait pas encore d'exemple de parasites vivant et pullulant sur un animal, non pour vivre à ses dépens, mais pour le débarrasser au contraire des vrais parasites.

L'aperçu que nous venons de donner de l'œuvre de M. **Mégnin** nous paraît suffisant pour que l'on estime bien justifiée la décision prise par la Commission.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Edm. Perrier, Grandidier.)

La Commission ne décerne pas le prix cette année.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Marey, Sappey, Chauveau, Brouardel; MM. Bouchard, d'Arsonval, Potain, Guyon, rapporteurs.)

Rapport de M. **Bouchard.**

Le Livre de M. **Gangolphe** sur les maladies infectieuses et parasitaires des os comprend l'étude de la tuberculose osseuse, des ostéomyélites infectieuses, aiguës et chroniques, des ostéo-arthropathies, des lésions osseuses de la lèpre et de la syphilis, des kystes hydatiques des os, de l'actynomycose. C'est un Ouvrage où toutes ces questions sont traitées d'une façon complète, avec une pleine connaissance des acquisitions scientifiques même les plus récentes. L'auteur y a joint des recherches personnelles et des observations nouvelles. La partie originale de l'œuvre est surtout celle qui est relative à la suppuration dans les fractures simples, et celle qui a trait à l'ostéo-myélite gommeuse des os longs et à l'ostéo-arthrite syphilitique tertiaire.

Rapport de M. **d'Arsonval.**

M. **Imbert**, Professeur de Physique à la Faculté de Médecine de Montpellier, a présenté un Traité de *Physique biologique* remarquable à plus d'un titre.

Ce Livre répond à un véritable besoin, depuis la nouvelle modification introduite dans l'enseignement de la Physique médicale.

L'auteur s'est attaché à exposer, d'une façon succincte, mais précise, les questions de Biologie qui relèvent directement de la Physique générale. Citons, entre autres, la Mécanique animale, l'écoulement des liquides, les phénomènes physiques de la circulation, la phonation, l'audition, l'optique physiologique, la chaleur et la thermodynamique animales, l'action physiologique des diverses modalités de l'énergie électrique, etc.

L'auteur, en écrivant ce Livre, s'est efforcé, comme il le dit lui-même, de ne pas oublier un instant qu'un Traité de Physique biologique doit contribuer à l'instruction professionnelle des élèves auxquels il est destiné, et que ceux-ci sont, non de futurs physiciens, mais de futurs médecins.

M. Imbert a pleinement réussi dans la tâche difficile qui lui incombait : montrer que la Physique biologique ne doit plus être une Science accessoire pour le médecin, mais, au contraire, servir de base à l'établissement d'un diagnostic qui aura la rigueur et les caractères de certitude des observations physiques.

Lésions de l'endocarde chez les tuberculeux. Du rétrécissement mitral pur, par M. P. Teissier; rapporteur M. **Potain**.

Sous ce double titre l'auteur a soumis au jugement de l'Académie deux Mémoires, publiés séparément, mais qui se rapportent à un même sujet et sont le complément l'un de l'autre. Le premier montrant que la tuberculose est, beaucoup plus souvent qu'on ne le pense, l'origine de lésions endocardiques diverses avec une pathogénie très complexe; l'autre, qu'une maladie du cœur spéciale, à genèse obscure jusqu'ici, a précisément pour origine l'une de ces formes de l'endocardite.

On connaissait depuis assez longtemps, et l'on pouvait citer des exemples de tuberculisation du cœur, mais à titre de raretés et comme de curiosités anatomo-pathologiques qu'on ne songeait même pas à soupçonner pendant la vie. Si bien qu'il semblait même que maladies du cœur et affections tuberculeuses fussent choses à peu près incompatibles, et que beaucoup de médecins, parmi ceux qui avaient étudié plus spécialement ce sujet, restaient attachés à la loi d'antagonisme jadis édictée par Rokitanski. Ni les statistiques les plus amples, ni les faits contradictoirement

observés n'étaient parvenus à élucider cette question confuse, et surtout à donner la clef des contradictions qu'elle soulevait.

L'association fréquente de la tuberculose au rétrécissement mitral pur et l'origine vraisemblablement tuberculeuse de cette forme spéciale des maladies du cœur ayant, en ces derniers temps, plus particulièrement appelé l'attention, cela devint pour M. Teissier l'occasion de reprendre, à un point de vue plus général, toute la question des affections endocardiques d'origine tuberculeuse pour la soumettre à une étude sérieuse et attentive.

C'est le résultat de ce travail que contiennent les deux Mémoires présentés à l'Académie. Les conclusions y sont basées sur l'analyse de plus de 200 observations, dont 83 personnelles, qui ont été recueillies avec infiniment de soin; en outre sur un très grand nombre d'expérimentations et de recherches de laboratoire.

Parmi les lésions qui, chez les tuberculeux, peuvent affecter l'endocarde, l'auteur distingue à juste titre *trois sortes* d'altération spéciales ayant une pathogénie différente et méritant une description à part, bien qu'elles coïncident parfois chez le même sujet.

La *première* est la *tuberculisation proprement dite de l'endocarde,* qui se présente exceptionnellement sous forme de tubercules caséeux de petit volume, plus souvent à l'état de granulations grises. Granulations fort analogues à celles des méninges ou de la plèvre, et presque toujours associées à la granulie aiguë généralisée dont elles font partie.

Tubercules caséeux et granulations grises sont également de nature évidemment tuberculeuse; leur aspect, leur structure, leur identité avec les tubercules occupant d'autres organes le disent déjà suffisamment. Pour six des cas qui les concernent, la preuve, d'ailleurs, en a été directement faite par la constatation des bacilles de Koch au sein même de leur tissu. Que si parfois les bacilles ont fait défaut ou n'ont pu être decelés, cela tient vraisemblablement à ce qu'ils se trouvaient étouffés au milieu des proliférations conjonctives fibreuses abondantes déterminées par eux.

Cette première forme de la maladie n'est qu'une localisation tuberculeuse relativement rare. Car, malgré la fréquence extrême de la phtisie pulmonaire, l'auteur, en réunissant tous les faits connus, n'est pas arrivé à en compter plus de 35. Elle ne paraît pas plus fréquente chez les animaux; puisque la Médecine vétérinaire ne lui en a fourni aucun exemple et que, en vain, dans de très nombreuses expériences d'inoculation faites

sur les animaux les plus sensibles à cet égard, il a cherché à découvrir un vestige de localisation de ce genre sur l'endocarde.

La *seconde* forme d'affection endocardique rencontrée chez les tuberculeux est *l'endocardite végétante* ou *ulcéreuse*. Elle se produit surtout à une époque avancée de la phtisie, chez des sujets affectés de larges cavernes, d'ulcérations des bronches ou de l'intestin, de tuberculisation avancée de la vessie, des vésicules séminales, de la peau.

Les caractères que présentent en ce cas les lésions endocardiques sont identiques à ceux qu'elles offrent lorsqu'elles se produisent en dehors de toute influence tuberculeuse. On n'y a trouvé de bacilles que dans des cas exceptionnels et, dans un seul d'entre eux, l'inoculation du produit morbide a pu déterminer la tuberculose expérimentale. Presque toujours, au contraire, on y trouve, exactement comme dans la forme commune de l'endocardite végétante et ulcéreuse, les microrganismes les plus divers : streptocoques, staphylocoques pyogène, *aureus, citreus,* pneumocoques, *bacillus coli commune*. Bien que la constatation de ces microrganismes ne soit pas toujours facile, elle a été faite d'une façon positive, dans douze des cas réunis par l'auteur. Or leur présence ne saurait être considérée comme un accident cadavérique, en raison : 1° de leur localisation exclusive au niveau du point affecté de l'endocarde; 2° de la pureté habituelle de leurs cultures; 3° de ce fait, résultant des recherches de Babès, qu'il faut plus de vingt-quatre heures pour que les viscères se laissent envahir par les microrganismes cadavériques.

D'où viennent les microrganismes qui se fixent ainsi dans l'endocarde? Évidemment des surfaces ulcérées par la tuberculose dans le poumon, les bronches, l'intestin, les voies génitales, et à la surface même de la peau. Qu'ils aient été apportés par le sang, dans lequel, d'ailleurs, on les a trouvés quelquefois, cela ne fait aucun doute. Mais comment ont-ils été déposés dans le lieu où ils provoquent la lésion? Est-ce à la surface de l'endocarde, par le sang traversant le ventricule? Est-ce dans son tissu même, par la voie des capillaires qui y abordent? Par l'un ou par l'autre de ces deux mécanismes indifféremment peut-être, cela n'étant d'ailleurs que d'une importance secondaire.

Mais que penser de la part que prend la tuberculose elle-même à ce genre d'infection? N'a-t-elle d'autre rôle que d'ouvrir des voies à l'absorption microbienne? Les expérimentations de M. Tessier montrent qu'elle fait plus et qu'elle contribue certes à exagérer la gravité de l'infection

même. De ces expérimentations, il résulte en effet qu'une injection de tuberculine qui, chez un animal sain, ne produirait aucun effet notable, exalte au contraire considérablement ceux qui résultent de l'inoculation de l'un des agents infectieux dont il vient d'être question. Dans une des expérimentations citées, il se produisit même une véritable végétation sur la mitrale.

Le genre de lésion dont il s'agit est donc bien une conséquence de la tuberculose, mais une conséquence indirecte et résultant d'une infection secondaire. On comprend pourquoi elle n'atteint les tuberculeux qu'à une phase avancée de leur maladie, ajoutant seulement un danger nouveau à tous ceux qui déjà les menaçaient.

La *troisième* forme des affections endocardiques constatées par M. Teissier chez les tuberculeux est une *sclérose de l'endocarde*. C'est elle qu'il a étudiée avec un soin particulier, après l'avoir, on peut le dire, véritablement *découverte;* car elle n'avait jusqu'ici point appelé l'attention. Ce n'est plus, comme la première, une rareté anatomo-pathologique, ou, comme la seconde, un accident ultime de la phtisie à sa dernière période. C'est, l'auteur l'a montré, une altération du cœur fréquente chez les tuberculeux; fréquente à ce point qu'on la pourrait considérer presque comme une manifestation régulière de la tuberculose à évolution lente.

Ayant examiné en effet, à cet égard, le cœur d'un très grand nombre de tuberculeux, il a trouvé que, à ne prendre en considération que les sujets âgés de moins de 35 ans et ne pouvant être par conséquent taxés de sénilité, la lésion dont il s'agit se rencontrait chez 40 *pour* 100 d'entre eux. Elle occupe l'endocarde pariétal, plus particulièrement au voisinage de la base et aux environs des orifices, au sommet des muscles papillaires et sur la partie saillante des colonnes engagées; envahit enfin les valvules et plus particulièrement la mitrale, dont elle occupe spécialement les bords libres et adhérents, tandis qu'elle en épargne relativement le centre.

C'est une opalescence, un épaississement, et histologiquement une transformation fibreuse de l'endocarde, commençant par la prolifération conjonctive et aboutissant à une sclérose tout à fait analogue à celle de l'endartère dans l'artérite chronique.

Cette lésion n'a *rien en soi de spécifique*. Elle n'est caractérisée par la présence ni de bacilles, ni de microrganismes quelconques. D'autre part, vu l'âge des sujets sur lesquels elle a été observée, on ne saurait la considérer comme une lésion de sénilité. Enfin, chez les sujets de cet âge, elle

est extrêmement rare en dehors de la tuberculose. Elle tient donc à cette dernière maladie. Mais comment?

Par ses recherches, l'auteur a été conduit à présumer, puis à démontrer qu'elle résulte, non de l'action directe des bacilles tuberculeux sur l'endocarde, mais de *leurs toxines*. Il ne lui a pas été possible d'en donner la preuve expérimentale directe et complète, c'est-à-dire de reproduire chez les animaux, à l'aide de ces toxines, toute la maladie avec ses diverses conséquences. Mais chez ceux très nombreux auxquels il a inoculé ou vu inoculer la tuberculine, il a rencontré quelquefois une opalescence inusitée de l'endocarde avec épaississement léger de la mitrale. S'il n'a pu obtenir davantage, cela tient, pense-t-il, à l'impossibilité de faire vivre assez longtemps les animaux sous l'influence constante de l'intoxication par la tuberculine. Car le temps nécessaire à la production de lésions de ce genre est probablement très long, puisque avec la pyocyanine c'est seulement au bout de *dix mois que M. Charrin* a vu apparaître quelques traces de sclérose endocardique.

Procédant par analogie, l'auteur remarque que l'influence sclérosante des foyers bacillaires, qui n'est point douteuse, devient manifeste toutes les fois que le processus tuberculeux a une évolution lente, soit en raison du peu de virulence de l'agent infectieux, soit de la résistance des tissus qu'il envahit. Que cette influence ne s'exerce pas exclusivement dans le voisinage immédiat des foyers, mais aussi dans des points de l'organe envahi plus ou moins éloignés de ces foyers et hors de l'atteinte des bacilles eux-mêmes; comme on le voit au poumon, au foie, aux muscles atteints par la tuberculose. Enfin, que la sclérose des organes que le tubercule n'a pas directement touchés est chose assez fréquente chez les tuberculeux pour qu'on puisse en trouver de nombreux exemples dans diverses formes de cirrhose hépatique, de néphrite interstitielle, de sclérose vasculaire. En toutes ces circonstances, le bacille étant absent là où l'on trouve la lésion et où elle prend naissance, il faut bien croire à l'action à distance des toxines produites par lui, toxines dont la diffusion dans l'organisme est un fait d'ailleurs établi.

Rien de surprenant donc à ce que la sclérose ainsi produite affecte assez fréquemment l'endocarde, membrane de vitalité médiocre, soumise dans quelques-unes de ses parties à des excitations incessantes et à des pressions énergiques.

Aussi longtemps que la sclérose demeure limitée à l'endocarde pariétal et n'affecte que modérément les appareils valvulaires, ses conséquences

sont à peu près nulles ou insignifiantes. Il n'en va plus de même quand les valvules sont altérées à un degré tel que cela entrave leur fonctionnement.

C'est la valvule mitrale qui, le plus souvent, est atteinte à un degré notable. Elle l'est surtout au voisinage de son bord libre ; sa partie moyenne demeurant relativement saine, elle ne subit pas de rétraction notable suivant sa largeur, partant ne devient pas insuffisante. Mais l'inflammation marginale dont elle est le siège et la production incessante de tissu nodulaire au niveau des commissures, déterminent la symphise progressive de ses bords, à partir du point où ils se joignent, et, par suite, le rétrécissement de plus en plus accentué de l'ouverture que les lames valvulaires laissent libre en s'écartant. De là une lésion qui, le plus souvent, affecte la mitrale seule et l'affecte sous la forme de rétrécissement sans insuffisance; c'est-à-dire ce qu'on nomme un *rétrécissement mitral pur*.

Le rapport de ce genre de lésion cardiaque avec la tuberculose n'est pas contestable. Il est rendu absolument évident par ce fait que, à tenir compte seulement des faits accompagnés de vérification anatomique, la coexistence manifeste de la tuberculose s'y est rencontrée 35 fois pour 100 ; tandis que pour toutes les autres variétés des maladies du cœur on ne l'a trouvée que 1 fois pour 100. C'est dire que la tuberculose est 35 fois plus fréquente avec le rétrécissement mitral pur qu'avec toute autre maladie du cœur.

Ces chiffres ayant été fournis par des observations recueillies à une époque où la coïncidence dont il s'agit n'avait point été remarquée, on peut tenir pour certain qu'elle sera notée plus souvent encore quand on la cherchera d'un œil mieux averti. Car il y faut souvent une attention spéciale ; la tuberculose, la plupart du temps, n'existant plus qu'à l'état de vestige quand vient l'époque où l'on peut avoir à faire la vérification anatomique.

Or, ce n'est pas ici la maladie du cœur qui peut avoir provoqué la tuberculose, car, dans tous les cas où cette coïncidence a été rencontrée, l'affection primitive était certainement la tuberculose du poumon, qu'on trouvait constamment à l'état de masses anciennes, fibreuses ou calcaires, et en voie de rétrocession. Souvent, d'ailleurs, on pouvait noter dans les antécédents du malade le souvenir des accidents d'une affection tuberculeuse du poumon à marche chronique et lente. Parfois il a été possible de suivre l'évolution de la maladie depuis le début de la tuberculose pulmonaire jusqu'à la constitution définitive et manifeste du rétrécissement

mitral. Enfin il est certain que, lorsque, étant prévenu, on examine avec assez de soin les malades affectés de rétrécissement mitral pur, il en est bien peu chez qui on ne constate au moins quelques traces d'une induration de l'un des sommets.

Dans tous les cas dont il s'agit, on a certainement affaire à la sclérose simple, d'origine tuberculeuse, décrite par M. Teissier. Car c'est en vain que notre auteur a cherché avec le soin le plus minutieux, dans l'appareil valvulaire malade, la trace de bacilles ou de tout autre microrganisme.

Quoi qu'il en soit, ces faits sont évidemment en contradiction absolue avec la loi de Rokitanski édictant un véritable antagonisme entre la tuberculose et les maladies du cœur. Ici, non seulement il ne s'agit plus d'antagonisme, mais au contraire d'une association très fréquente où l'une des maladies provoque évidemment l'apparition de l'autre.

Cependant, chose singulière au premier abord, cette même loi, par un autre côté, reçoit des mêmes faits une sorte de confirmation. Car, à peine la maladie du cœur est-elle constituée, que la tuberculose pulmonaire, qui semblait lui avoir donné naissance, s'enraye, s'éteint, puis s'efface progressivement; si bien que, quand ces malades succombent aux progrès de leur affection du cœur, on ne trouve en général plus que des traces de leur maladie première. Sans doute, les cas dans lesquels la sclérose endocardique atteint un tel degré appartiennent en général, ainsi que l'auteur l'a montré, à des formes très lentes de la tuberculose pulmonaire, et cela contribue, bien entendu, au peu de développement qu'acquièrent les altérations anatomiques du poumon. Mais que la lésion cardiaque y contribue également, que ce soit elle qui, à partir d'un certain moment, détermine la rétrocession de l'affection pulmonaire, c'est ce qu'il faut bien croire; surtout quand on voit la marche de la tuberculose pulmonaire, manifestement enrayée pendant que dominaient les troubles d'origine cardiaque, reprendre son allure progressive, si par hasard ceux-ci viennent à se suspendre. En général, à partir d'un certain moment, la tuberculose pulmonaire n'a plus qu'un rôle de plus en plus effacé et le rétrécissement mitral domine la scène jusqu'au bout.

M. Teissier fait remarquer d'ailleurs que, pour être le siège de beaucoup le plus habituel de la sclérose cardiaque d'origine tuberculeuse, la mitrale n'en est pas cependant le siège exclusif; que certains cas de rétrécissement de la tricuspide, associés ou non au rétrécissement mitral, semblent avoir une même origine: qu'il peut en être de même pour quelques cas du rétrécissement de l'orifice aortique. Enfin, il a grande tendance à croire que,

si, comme l'a montré M. C. Paul, le rétrécissement de l'artère pulmonaire est si souvent compliqué de tuberculose pulmonaire, c'est précisément parce que celle-ci, ayant précédé la maladie cardiaque, a contribué à la faire naître.

Néanmoins, il reste une différence à cet égard entre le rétrécissement mitral pur et celui de l'artère pulmonaire : c'est que, avec la première de ces deux affections, les malades, d'abord tuberculeux, meurent cardiaques; tandis que, avec la seconde, d'abord purement cardiaques en apparence, ils finissent par mourir tuberculeux. Si donc, dans le premier cas, l'affection pulmonaire est si habituellement enrayée, ce n'est pas seulement parce qu'il s'agit, dès le début, d'une tuberculose à évolution lente et tendance scléreuse, mais en raison aussi de la localisation spéciale de la sclérose cardiaque et de l'influence particulière que cette localisation exerce sur la circulation pulmonaire, en y maintenant un état de stase habituel, tout opposé à l'ischémie que produit la lésion pulmonaire.

Ainsi, dans ce double travail, M. **Teissier** a éclairé, d'une lumière très vive, un des points les plus obscurs de la Pathologie cardiaque : la genèse du rétrécissement mitral pur; il a étudié à fond tout un chapitre de la Pathologie, celui des endocardites d'origine tuberculeuse; il y a introduit des distinctions essentielles; il en a, on peut le dire véritablement, découvert la forme la plus importante, celle dont les conséquences sont les plus sérieuses.

Touchant à des problèmes essentiels de Pathogénie, il a contribué à les élucider par ses observations et ses expérimentations. Il a rectifié des erreurs très accréditées et, en montrant comment elles s'étaient établies, il leur a ôté désormais toute raison d'être. Enfin, il a donné une base précise et certaine à la Pathologie cardiaque, en ce qui concerne ses origines tuberculeuses.

Pour ces raisons, nous pensons que les Mémoires, qu'il a soumis au jugement de l'Académie, méritent d'être distingués par elle et de recevoir le prix Montyon (Médecine et Chirurgie).

La Commission propose à l'Académie d'accorder une mention avec *quinze cents francs* à M. le Dr **Chipault**, pour ses publications sur la Chirurgie du système nerveux.

M. A. Chipault poursuit avec une grande persévérance, depuis plusieurs années, l'étude de tout ce qui est relatif à cette partie de la Thérapeutique chirurgicale. Les tentatives opératoires, que légitiment les progrès chaque

jour accomplis sous l'influence des doctrines nouvelles, sont toutes exposées avec le plus grand soin par l'auteur. Il y consacre quatre importants Volumes, qui contiennent non seulement tout ce qui a été publié en France et à l'étranger, mais aussi les recherches de l'auteur. Semblables travaux sont trop méritoires pour ne pas être encouragés. L'étude d'ensemble, que nous devons à notre jeune et très laborieux compatriote, n'avait pas encore été faite; elle témoigne à la fois d'une rare érudition et d'un grand dévouement aux progrès de la Chirurgie.

Rapport de M. **d'Arsonval.**

MM. **Gouguenheim** et **Glover** ont présenté un atlas de Laryngologie et de Rhinologie fort complet.

Cette publication se distingue non seulement par son originalité, mais aussi par sa nouveauté, aucune publication analogue n'existant en France.

Le chapitre de Médecine opératoire mérite une mention spéciale pour les plans opératoires simples qui mettent sous les yeux toutes les données de cette Chirurgie spéciale.

Il en est de même du chapitre d'Anatomie pathologique, qui renferme des données très neuves sur l'anatomie pathologique des végétations adénoïdes du rhino-pharynx et d'intéressantes photographies microscopiques coloriées.

La Commission propose à l'Académie d'accorder une mention avec *quinze cents francs* à M. le D[r] **Polaillon**, pour son Ouvrage intitulé : *Observations de Chirurgie hospitalière.*

M. le D[r] Polaillon, dont la haute compétence chirurgicale s'est affirmée depuis les longues années où il dirige d'importants services dans les hôpitaux de Paris, a pensé qu'il devait faire connaître dans tous leurs détails, les résultats de sa pratique. Le Volume qu'il a publié n'est que le premier d'une série; il est consacré à l'étude des maladies chirurgicales du membre inférieur. Une œuvre de cette nature est de celles qui peuvent le mieux assurer le développement normal des questions de Thérapeutique chirurgicale et servir, avec le plus d'utilité, à l'application rationnelle des moyens si puissants qu'elle met à notre disposition.

La Commission accorde trois prix de *deux mille cinq cents francs* à

MM. **Gangolphe**, **Imbert**, **Teissier**; et trois mentions de *quinze cents francs* à MM. **Chipault**, **Gouguenheim** et **Glover**, **Polaillon**. Elle accorde de plus une citation à M. **Bellini** pour son travail intitulé : *La résistance du crâne et la formation des fractures,* et une à M. **Victor Parant** pour son travail intitulé : *La raison dans la folie*.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Potain, Larrey ; Chatin, rapporteur.)

La Commission a distingué, parmi les travaux adressés pour le concours :

Un Volume grand in-8, de 600 pages, sur les *Acides organiques,* par M. **Dupuy** ;

Un Mémoire de M. le Dr **Bœkel**, traitant de la *Cure radicale des hernies ombilicales ;*

Deux Ouvrages de M. **Bernhard**, ayant pour titres : *Documents pour servir à l'Histoire de la Pharmacie ; La Thériaque, étude historique et pharmacologique*.

Étude monographique très complète, à l'occasion de laquelle l'auteur s'est livré à des recherches originales d'une réelle valeur, les *Acides organiques* avaient été précédés de deux grandes publications, les *Alcaloïdes* et les *Glucosides,* aussi en trois grands in-8, à l'occasion desquels M. **Dupuy** fait connaître cinq alcaloïdes nouveaux dans les Crucifères et les Renonculacées, ainsi qu'un glucoside extrait de l'*Alatrophus*.

La cure radicale de la hernie ombilicale, par M. **Bœckel**, a pour base l'histoire clinique de 350 opérations, dont 16 appartiennent à l'auteur.

Dans ce travail, M. Bœckel a montré, une fois de plus, ses qualités de chirurgien et d'opérateur, et il a contribué, comme il l'a fait dans tant d'autres points, aux progrès les meilleurs de la Thérapeutique chirurgicale. Il n'est peut-être pas de catégorie de malades qui aient plus bénéficié que les porteurs de grosses hernies ombilicales, des progrès de la Chirurgie moderne. Autrefois condamnés à conserver leurs infirmités, ou à mourir abandonnés du chirurgien, lorsqu'ils subissaient l'étranglement, ces malades peuvent aujourd'hui être débarrassés de leur tumeur, et guérir

malgré les accidents si graves que souvent elle entraîne. Lorsque la cure radicale de la hernie étranglée est pratiquée, d'après les règles formulées dans le travail du chirurgien de l'hôpital de Strasbourg, on a pu obtenir 265 guérisons, et l'on a eu à déplorer 34 morts sur 300 cas, soit 11,7 pour 100 de mortalité. L'opération de la hernie étranglée a donné 32 morts et 73 guérisons sur 105 cas, soit 30,5 pour 100 de mortalité. Dans la hernie non étranglée, elle n'a fourni que 3 morts sur 195 opérations, soit 1,5 pour 100 de mortalité.

On le voit, si l'opération reste grave, c'est surtout lorsque la hernie a subi l'étranglement; mais cet accident n'est plus au-dessus des ressources de notre art. Cette gravité de l'intervention dans les cas d'étranglement et la bénignité réelle de l'opération préventive, c'est-à-dire de celle qui se fait en dehors des cas de force majeure, est bien de nature à encourager les chirurgiens. Elle montre que nous sommes autorisés à conseiller aux porteurs de hernie ombilicale de prévoir les dangers qui les menacent, et à les prévenir en en supprimant la cause. M. Bœckel démontre que l'étude attentive des divers procédés permet d'espérer de l'un d'eux, l'omphalotomie, une cure définitive. Cette méthode, à laquelle l'avenir semble aujourd'hui sûrement appartenir, met, en effet, à l'abri de la récidive.

Le travail de M. **Bœckel** est donc bien de ceux que récompense le prix Barbier. Il apporte à « l'Art de guérir » une importante contribution. C'est pourquoi la Commission l'a jugé digne du prix Barbier.

Conclusions. — Le prix Barbier est partagé entre MM. **Bœckel** et **Dupuy.**

Une mention très honorable est accordée à M. **Bernhard.**

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Guyon, Potain, d'Arsonval.)

La Commission a décidé que le prix Bréant ne serait pas décerné cette année.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, Verneuil, Sappey, Potain; Guyon, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Godard à M. **Émile Reymond**, pour son Ouvrage intitulé : *Contribution à l'étude de l'anatomie pathologique et de la bactériologie des Salpingo-ovarites.*

L'Ouvrage de M. Reymond est le fruit de recherches laborieuses et originales, poursuivies pendant son internat dans le service de M. le professeur Terrier. Il comprend l'étude des divers modes d'oblitération des extrémités de la trompe et de ses formes très différentes, ainsi que celle des adhérences qu'elle contracte avec les organes voisins. Cette partie de l'Ouvrage, riche de descriptions rendues évidentes par de nombreux et beaux dessins, est déjà pleine d'intérêt. Plus importante encore est celle de la Bactériologie. M. Reymond, après avoir, de même que ses devanciers, étudié le contenu des cavités tubaires et constaté comme eux la présence de microbes d'espèces diverses, trouvé du pus stérile ou virulent, sans parvenir au pourquoi de différences si accusées, a pensé qu'il serait mieux renseigné en recherchant les microrganismes dans l'épaisseur même des parois de la trompe, et non pas seulement dans son contenu. Des résultats fort inattendus ont été la conséquence de ces investigations. C'est ainsi que des streptocoques assez nombreux sont présents dans l'épaisseur des tissus, alors qu'il n'en existe pas dans le pus, ou qu'ils y sont trop rares pour être découverts par l'examen direct, et trop peu virulents pour se développer sur les milieux usuels. Il n'en est plus de même des streptocoques contenus dans les parois, car leur inoculation démontre qu'ils sont aisément ramenés à la virulence. Ainsi peuvent être expliqués les résultats souvent contradictoires de l'observation. Les constatations de M. Reymond sont, on le voit, aussi intéressantes au point de vue clinique qu'au point de vue de la Bactériologie. Il suffit de cet exemple, pour montrer dans quel esprit et avec quelle bonne direction scientifique ont été poursuivies les recherches de M. **Reymond**. Leur ensemble est d'ailleurs considérable ; aussi ont-elles été jugées dignes de la récompense que le prix Godard réserve aux études qui ont pour objet : l'Anatomie, la Physiologie ou la Pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX CHAUSSIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Verneuil, Larrey, Guyon; Potain, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix à M. le Dr **Lancereaux** pour l'ensemble de ses travaux. Son œuvre est considérable et d'une très haute importance, ayant contribué puissamment aux progrès de la Médecine moderne. Elle est basée tout entière sur des études anatomo-pathologique longuement, patiemment, attentivement et habilement poursuivies avec une idée directrice, juste et féconde.

Dans chacune des altérations anatomiques constatées il a cherché toujours à discerner la cause générale qui les avait fait naître, et à distinguer les caractères propres que, par sa nature, cette cause imprime à la lésion. Il s'est efforcé de montrer que, considérées à ce point de vue, bien des affections englobées jusque-là sous une désignation commune constituaient en réalité des maladies tout à fait distinctes : ainsi en est-il des cirrhoses alcoolique, syphilitique et paludéenne ou des artérites syphilitique, alcoolique et de celles désignées communément sous le nom d'*arthritiques*.

Partant en outre des lésions constituées, il a tenté de préciser le mécanisme de leur formation et de remonter à leur origine anatomique; et ceci lui a fourni notamment la division des néoplasmes en conjonctifs et épithéliaux avec leurs diverses variétés. Puis, de ses constatations anatomiques, il a su déduire encore des distinctions capitales entre les différentes variétés d'une même maladie; témoin le diabète d'origine pancréatique.

Appliquer ces principes à l'Anatomie pathologique entière était une entreprise énorme, qu'il a continuée à travers toute une série de travaux, et dont les résultats se trouvent enfin résumés dans trois Volumes d'Anatomie pathologique. L'œuvre était singulièrement méritoire et elle a été fructueuse ; car, incontestablement, s'il importe au médecin de savoir où gît le mal, il lui importe plus encore de connaître sa véritable nature.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Potain, Brouardel, Larrey, Guyon; Bouchard, rapporteur.)

M. **Vaillard** est l'auteur de diverses publications relatives au tétanos, dans lesquelles il a confirmé ou complété des découvertes antérieures, dans lesquelles surtout il a montré la nature du poison tétanique, établi le mécanisme de l'intoxication qu'il produit et mis en évidence le rôle des conditions adjuvantes de l'infection.

En collaboration avec M. **Vincent**, il a établi l'influence de la lumière sur les spores du bacille typhique, montré que les cultures agissent par le poison qu'elles contiennent et non par le microbe, que ce poison est une diastase.

En collaboration avec M. **Rouget**, il montre que, privées de toxines, les spores ne se développent pas dans les tissus sains, que les altérations locales du tissu inoculé favorisent l'infection, comme aussi les associations microbiennes.

Reprenant les expériences de MM. Behring et Kitasato, M. **Vaillard**, en collaboration avec M. **Roux**, avait reconnu le pouvoir antitoxique du sérum sanguin des animaux vaccinés contre le tétanos; M. Vaillard, dans un autre Mémoire, établit que si ce sérum est antitoxique, il n'est pas bactéricide, opinion que des expériences ultérieures feraient considérer comme un peu trop absolue. Les cultures tétaniques perdent une part de leur activité par leur mélange avec certaines substances chimiques. C'est un procédé qui permet de les utiliser pour la vaccination et pour la production du sérum antitoxique. Cette longue série d'études, où abondent les faits nouveaux, a déterminé votre Commission à décerner le prix à M. **Vaillard**. Elle a jugé qu'il était équitable de signaler particulièrement deux de ses collaborateurs, MM. **Vincent** et **Rouget**, auxquels elle décerne une mention honorable.

Une mention honorable est également accordée à M. **Mauclaire** pour son travail intitulé : *Des arthrites suppurées dans les maladies infectieuses*; une autre à M. **Detroye** pour son travail intitulé : *Les poussières des fabriques de porcelaine.*

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Brouardel, Larrey; Guyon, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix Mège à M. le Dr **Baudron**, pour son Ouvrage intitulé : *De l'Hystérectomie vaginale appliquée au traitement des lésions bi-latérales des annexes de l'utérus*.

L'auteur a réuni deux cents observations, appartenant toutes à la pratique de son maître, M. le Dr Paul Segond. Avec ce faisceau de faits recueillis à la même source, exposés avec le plus grand soin, discutés dans tous leurs détails, il a pu établir qu'il était légitime, dans certaines circonstances, de sacrifier l'utérus et ses annexes. Il a montré que des femmes devenues gravement malades et nécessairement inféconde, pouvaient être ainsi ramenées à la vie et retrouver une santé compromise.

Semblable contribution était nécessaire dans une question controversée. Le Dr Mège a voulu que l'Académie pût récompenser celui qui aura continué son essai, sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine. Le Travail de M. **Baudron** remplit ces conditions, car il montre que rien ne favorise plus les progrès de notre Science que l'exposé impartial d'une question, quand il est basé sur des documents qui permettent de juger en toute connaissance de cause; il faut également voir qu'ils sont bien souvent retardés par des opinions préconçues.

PRIX DUSGATE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Marey, Verneuil, Potain; Brouardel, rapporteur.)

Ce prix a été fondé pour récompenser le meilleur travail sur les signes diagnostiques de la mort et les moyens de prévenir les inhumations prématurées.

Trois auteurs ont envoyé des Mémoires pour ce concours.

On doit reconnaître qu'ils ont fait des efforts réels pour résoudre le problème posé par l'opinion publique depuis des siècles, en se tenant dans les termes où l'a placé confusément le public.

Il a semblé à votre Commission que les auteurs n'avaient pas su déter-

miner, avec une précision suffisante, le point sur lequel doit porter le débat, celui qui justifie les anxiétés qui précisément ont inspiré la création du prix.

Il faut, en effet, distinguer deux cas :

1° Lorsqu'un médecin a suivi les phases de la maladie à laquelle succombe un patient, lorsque ce médecin, ou un de ses confrères, a vu le cadavre, le danger des inhumations prématurées est tellement réduit qu'en Allemagne, où des maisons mortuaires ou obitoires fonctionnent depuis un siècle et demi, on n'a pas signalé un seul cas de retour à la vie. On ne met dans ces maisons mortuaires que des personnes soumises à l'examen médical avant et après la mort.

Il faut cependant reconnaître que, même pour un médecin, le diagnostic de la mort peut parfois être délicat, par exemple, pour les enfants nouveau-nés, en état de mort apparente; pour les adultes en état de catalepsie hystérique; pour ceux qui ont subi une commotion cérébrale, ou des impressions ayant déterminé une inhibition.

Dans ce premier groupe, il y a peu de danger; il s'agit d'un diagnostic que fera tout médecin un peu soigneux. J'indiquerai plus loin la valeur des moyens nouveaux proposés par les compétiteurs.

2° Dans le second groupe, au contraire, le danger est plus grand. Il s'agit de personnes qui n'ont été vues par un médecin, à la campagne, par exemple, ni pendant la maladie, ni après la mort réelle ou supposée.

Il faut donc, pour répondre à la question posée par le donateur, se placer en présence de ces deux hypothèses.

Or aucun des moyens nouveaux proposés par les compétiteurs n'est applicable au second groupe, à celui, en réalité, dans lequel le danger existe.

Les injections sous-cutanées de solutions salines qui, absorbées, puis entraînées par la circulation, se retrouvent dans la salive, les injections sous-cutanées d'ammoniaque produisant des colorations différentes si elles sont faites pendant la vie et après la mort, ne peuvent être exécutées par d'autres que des médecins.

Attendre la putréfaction du corps est impossible, précisément là où le danger des inhumations prématurées existe, c'est-à-dire chez les pauvres, à la campagne : le plus souvent une seule pièce constitue tout le logement de la famille.

Construire des maisons mortuaires ou des dépôts mortuaires dans les diverses communes n'est certainement pas plus praticable.

Ce sont, pour ce groupe le plus exposé, les seuls moyens proposés, et la conclusion à laquelle arrive l'un des candidats est vraie. Le diagnostic de la mort ne peut être fait dans certains cas que par un médecin ; on ne devrait pouvoir procéder à une inhumation sans un permis signé par le seul homme compétent.

Cette constatation n'est pas nouvelle, elle est celle à laquelle ont toujours abouti les divers rapporteurs; c'est la conclusion adoptée par l'Académie de Médecine. Sur ce point, le plus important, nous n'avons donc à vous indiquer aucune proposition nouvelle et pratique.

Les travaux soumis à votre Commission faciliteront-ils la tâche d'un médecin mis en présence d'un individu en état de mort apparente?

La solution de la question a été cherchée par deux des compétiteurs dans la provocation de phénomènes qui seraient le résultat de la persistance de la circulation, quelque affaiblie que soit celle-ci après l'arrêt du cœur.

Il faut d'abord éliminer comme sans valeur, au point de vue qui nous occupe, les expériences faites sur les malades à l'agonie.

Chez ceux-ci les fonctions du cœur peuvent être troublées dans leur régularité, dans leur puissance, mais ils persistent, la peau est congestionnée, la circulation capillaire est ralentie, stagnante, mais elle n'a pas cessé. Sont-ce là les conditions dans lesquelles se pose le diagnostic de la mort apparente?

Nullement. Si l'on s'occupe de l'adulte on voit que, à la suite d'une émotion, d'une douleur, d'une impression vive, d'un coup portant de préférence sur certaines régions, d'une commotion cérébrale, le cœur s'arrête, la peau, la face deviennent livides parce que la circulation cutanée ne se fait plus. L'individu prend l'apparence d'un cadavre, ce qui n'est pas l'aspect de l'homme en état d'agonie.

L'un des compétiteurs a cherché à montrer que, même quand le cœur ne bat plus, la circulation périphérique persiste, encore affaiblie, mais assez puissante cependant pour que les substances solubles, absorbées après injection sous-cutanée puis transportées par cette circulation périphérique seule persistante, se retrouvent dans les excreta.

L'auteur n'a pas apporté la preuve démonstrative de cette hypothèse et j'estime qu'elle est erronée. Lorsque le cœur cesse de battre, la circulation périphérique s'arrête. J'en ai eu une preuve presque expérimentale. Le cheval d'un fiacre s'emporte, le cocher est projeté contre le timon d'une grosse voiture. Il tombe mort. A l'autopsie on trouve un décollement considérable de la peau de la région précordiale, sans ecchymose, sans

qu'une goutte de sang ait suinté par les capillaires déchirés par la formation de cette poche. Le cœur était divisé en deux parties, la rupture s'était faite à l'union des ventricules et des oreillettes. Il n'avait donc pu envoyer une seule ondée sanguine, aussi pas une goutte de sang n'était sortie des capillaires rompus. Si une circulation périphérique même bien faible avait persisté, il n'en aurait pas été ainsi.

Je ne crois pas, par conséquent, que la circulation périphérique survive à la circulation centrale et que l'absorption de substances injectées sous la peau se fasse, si ce n'est par diffusion dans les tissus voisins.

Faisons remarquer d'ailleurs que le médecin se trouve le plus souvent dans cette situation. Un accident brusque est survenu, il y a une commotion cérébrale, syncope, inhibition; il n'entend plus les bruits du cœur, il faut qu'il intervienne sans délai pour provoquer le retour à la vie par tous les moyens à sa disposition. Perdra-t-il son temps, pour perfectionner son diagnostic, à injecter sous la peau des solutions dont il devra rechercher les caractères chimiques dans les excreta? Aura-t-il sur lui ces solutions et les réactifs chimiques? Évidemment non.

Ces procédés ne peuvent être mis en usage que si l'état de mort apparente se montre dans des conditions exceptionnelles, chez des cataleptiques par exemple. En ce cas, l'auscultation prolongée, les observations thermométriques donneront des résultats bien plus probants et faciles à mettre en usage.

Bien que les propositions de M. le Dr **Icard** me semblent inexactes, je me plais à reconnaître qu'il a fait des expériences intéressantes au point de vue physiologique et qu'il ressort de son travail quelques faits nouveaux.

Votre Commission ne décerne pas cette année le prix Dusgate, mais elle accorde à M. le Dr **Icard**, de Marseille, une mention honorable.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain, Milne-Edwards;
Marey et Potain, rapporteurs.)

Le prix Lallemand a été partagé cette année entre MM. **E. Toulouse** et **Halipré**. M. Toulouse est l'auteur de l'Ouvrage intitulé : *Les causes de la folie; prophylaxie et assistance*. Cet Ouvrage dans lequel on trouve rassemblé tout ce qui a été publié sur l'étiologie des vésanies, n'est pas

simplement une compilation très complète, mais l'auteur y discute avec autorité les opinions émises par ses devanciers. Il réduit parfois certaines conditions étiologiques dont on croyait l'influence bien prouvée à des proportions si minimes qu'on est porté d'abord à l'accuser un peu de scepticisme; il faut toutefois se rendre aux arguments qu'il apporte en faveur de son opinion et aux relevés statistiques dont il l'appuie. Mais si, par exemple, l'influence de l'hérédité proprement dite est, pour M. Toulouse, assez réduite, l'auteur met au contraire en grand relief les causes sociales, les influences professionnelles, la contagion mentale et surtout l'action de ces toxiques, la morphine et l'alcool, dont l'influence néfaste menace sérieusement l'avenir de notre race. Dans cette partie du travail de M. Toulouse les statistiques abondent; et c'est armé de preuves indiscutables qu'il insiste sur l'urgence des mesures que l'État devra prendre pour combattre ces fléaux menaçants. Il discute l'efficacité des divers moyens proposés et plaide pour les plus immédiats et les plus énergiques.

Dans la partie où il traite des mesures d'assistance, l'auteur expose, d'après de nombreux documents, les résultats obtenus par l'internement dans les asiles, le placement des aliénés dans les familles et le patronage des aliénés. Ce dernier Chapitre qui dénote chez son auteur une compétence spéciale est des plus importants pour diriger la pratique des médecins aliénistes.

En somme, tant au point de vue de sa valeur didactique qu'en raison des idées qu'il suggère, l'Ouvrage de M. **Toulouse** a paru à notre Commission digne d'être récompensé par le prix Lallemand.

» *De la Paralysie pseudobulbaire d'origine cérébrale*, par M. le Dr **Halipré**, de Rouen (Paris, octobre 1894). — Dans ce Travail, qui fut sa Thèse inaugurale, l'auteur confirme un certain nombre des données antérieurement acquises sur le sujet qu'il traite, et précédemment exposées pour la plupart, dans deux Thèses l'une de Paris en 1890, l'autre de Montpellier en 1893. Il en ajoute de nouvelles qui sont d'un véritable intérêt, et tente d'instituer une pathogénie rationnelle de l'affection dont il s'agit, coordonnant logiquement tous les faits connus.

Il apporte *seize observations nouvelles* presque toutes recueillies par lui avec beaucoup de soin et d'attention, dont *huit accompagnées de détails anatomo-pathologiques* des plus précis.

De l'analyse minutieuse de ces faits et de leur comparaison avec les données fournies par la Physiologie expérimentale, l'auteur déduit des

conséquences intéressantes, réparties en divers endroits de son Ouvrage et qu'on peut résumer de la façon suivante :

La maladie, autrefois dénommée par Magnus *Paralysie pseudobulbaire*, *ne constitue pas un genre de paralysie absolument distinct* et ayant une existence habituellement isolée. Elle est associée très souvent à d'autres formes de paralysie, tellement qu'il n'est guère d'hémiplégiques qui n'en présentent quelques manifestations. En réalité, ce n'est qu'un syndrome plus ou moins exactement semblable à celui décrit par Duchenne de Boulogne, sous le nom de *paralysie labio-glosso-pharyngée*, comme manifestation d'une affection du bulbe ; syndrome qui peut se produire sous l'influence de lésions cérébrales diverses sans que le bulbe soit directement intéressé.

Il est vrai que, chez les malades affectés de la sorte, on peut rencontrer *dans les bulbes certaines altérations anatomiques* telles que l'état criblé ou des traces de dégénérescence ; mais l'auteur s'est assuré qu'on en peut trouver de toutes semblables chez des sujets qui, pendant la vie, n'ont présenté *aucune trace du syndrome en question*.

L'association des symptômes plus ou moins complets de la paralysie labio-glosso-pharyngée avec diverses formes de l'hémiplégie donne lieu à des variétés pathologiques nombreuses que l'auteur propose de rapporter à *trois types principaux :* 1° *hémiplégie* avec *phénomènes de dysarthrie seulement;* 2° *hémiplégie* avec *symptômes pseudo-bulbaires;* 3° *paralysie pseudobulbaire proprement dite*. Ce dernier est celui qui peut le plus utilement servir à déterminer les rapports du syndrome avec les lésions exclusivement cérébrales.

De ces faits il résulte que le syndrome pseudo-bulbaire peut être déterminé par des *lésions corticales* ou *sous-corticales* d'une part, et, de l'autre, par des lésions *des noyaux centraux* ou même exceptionnellement *de la protubérance*.

Les premières peuvent siéger à la partie inférieure de la circonvolution frontale ascendante et sur le pli du passage de cette circonvolution à la troisième, région où l'expérimentation d'ailleurs a placé le centre cortical du mouvement des lèvres. Les autres ont été trouvées par l'auteur au niveau du putamen, du noyau caudé et de l'anneau du noyau lenticulaire, portion des centres où paraissent se rendre la plupart des fibres venant des régions précitées. Or, de ces fibres, les unes semblent traverser seulement cette partie des noyaux centraux, tandis que les autres s'y arrêtent comme à une sorte de relai, continuées qu'elles sont ensuite par celles qu'émettent des cellules groupées en cet endroit.

Les lésions susceptibles de produire le syndrome de la paralysie pseudo-bulbaire peuvent donc siéger au-dessus du bulbe, à *des étages très différents de l'encéphale,* dans la *protubérance,* les *noyaux centraux,* la *substance sous-corticale* et l'*écorce* elle-même. A ces différents étages, elles se trouvent sur le trajet d'un *même système de fibres,* où l'ordre du mouvement, parti de l'écorce et traversant la région sous-corticale, vient s'élaborer et se coordonner dans les noyaux centraux, pour gagner le bulbe à travers la protubérance et finalement se répartir dans les organes qui doivent entrer en jeu. L'influence coordinatrice des cellules du putamen n'est pas directement prouvée, sans doute; mais elle est rendue très vraisemblable par les arguments que l'auteur a accumulés. Au demeurant, le syndrome se montre d'autant plus complet que, de l'écorce, la lésion descend vers le bulbe et, s'il est le plus souvent très fruste quand l'écorce est seule en jeu, c'est, pense l'auteur, parce que les points d'où l'ordre d'action émane y sont trop disséminés pour que la lésion d'ordinaire les puisse atteindre à la fois.

» Lorsque la lésion encéphalique, quelle qu'elle soit, est bilatérale, ce qui se rencontre quelquefois, cela ne soulève d'autre problème que celui très connu de toutes les symétries pathologiques. Mais elle est assez *souvent unilatérale* et n'en donne pas moins lieu à des *parésies fonctionnelles qui atteignent également les muscles de l'un et l'autre côté.* Or cela se comprend malaisément d'abord, étant donnée l'influence habituellement croisée des altérations qui portent sur l'un des hémisphères. L'auteur croit pouvoir donner la clef du problème en remarquant qu'il existe des *fibres de communication entre les deux hémisphères et des décussations incomplètes* d'où résulte que chacune des deux moitiés du cerveau peut agir à la fois sur les deux moitiés des organes dont les fonctions exigent des mouvements associés. En sorte qu'une atteinte portée à l'une des moitiés du cerveau affaiblit l'acte voulu, ou en trouble la régularité, sans affecter particulièrement les muscles de l'un ou de l'autre côté.

» On comprend donc qu'une lésion portant sur certains points du cerveau puisse reproduire plus ou moins exactement le syndrome de la paralysie bulbaire. Toutefois cette reproduction emprunte au siège de la lésion certains *caractères qui permettent d'en établir le diagnostic différentiel.*

» On avait signalé déjà comme caractères propres à la paralysie pseudo-bulbaire : 1° l'ictus du début qui accompagne la formation de la plupart des foyers encéphaliques; 2° l'existence d'une hémiplégie plus ou moins accentuée que ne comporte pas la maladie de Duchenne; 3° la conservation

des réflexes, l'absence des contractions fibrillaires et l'atrophie musculaire.

» L'auteur y a ajouté : 1° l'*absence de réaction de dégénérescence;* 2° la *regression habituellement progressive des symptômes ;* 3° la *disproportion existant entre le degré de la paralysie motrice et le trouble fonctionnel relativement considérable qui l'accompagne*.

» En résumé, ce Travail, élaboré avec beaucoup de soin et de méthode, outre des faits nouveaux et très bien observés, montre une tentative de théorisation qui, si elle n'est pas définitive, est au moins logiquement conçue et mise en rapport avec les connaissances acquises. Il s'y trouve enfin des données neuves que la pratique peut très utilement mettre à profit. Et, en résumé, l'Ouvrage, certainement digne d'éloges, mérite que l'Académie veuille bien le distinguer et accorder également un prix à son auteur, M. **Halipré**.

» La Commission propose, en outre, d'accorder une mention à M. **Chervin** et une autre mention à M. **Debierre**.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Marey, Bouchard, Duclaux, Potain;
Chauveau, rapporteur.)

Parmi les Mémoires qui ont été adressés par M. **Maurice Artus**, la Commission a retenu plus particulièrement une étude sur la coagulation des liquides de l'organisme.

On connaît la théorie de l'auteur sur la coagulation du sang : sous l'influence du fibrine-ferment, en présence de sels calciques, le fibrinogène forme un composé calcique insoluble, la fibrine. Le sang additionné d'oxalates ou de fluorure de sodium ne se coagule plus.

Le lait décalcifié par l'oxalate d'ammoniaque ou par le fluorure de sodium, puis traité par le lab-ferment ne se coagule pas. La précipitation peut être alors obtenue par la chaleur ou par l'addition de sels calciques.

Il y avait un grand intérêt à rapprocher ces faits de la coagulation du sang. Ils donnent par leur concordance un appui considérable à la théorie générale de la coagulation des liquides organiques telle que M. **Artus** l'a formulée.

Une *mention honorable* est accordée à M. **Tissot**, pour les diverses recherches qu'il a communiquées à l'Académie *Sur la persistance de l'excitabilité du muscle et des phénomènes de la contractilité musculaire après la mort générale*.

L'auteur a présenté un ensemble de faits démontrant, dans le muscle isolé du corps, une persistance beaucoup plus prolongée qu'on ne le pensait de l'excitabilité : soit l'excitabilité directe, provoquée par les agents électriques, mécaniques, chimiques, appliqués au tissu musculaire lui-même atteint par la rigidité cadavérique; soit l'excitabilité indirecte mise en jeu par l'excitation du nerf. Les démonstrations faites sur les muscles du fœtus méritent d'être citées particulièrement. On sait maintenant que ces organes sont encore excitables trois jours après la mort et plus de cinquante-quatre heures après l'apparition de la rigidité. Un autre fait important à signaler : M. Tissot a démontré qu'un muscle rigide peut rester excitable par l'intermédiaire de son nerf moteur.

Ces phénomènes de persistance de la vie du muscle se révèlent même lorsque aucune contraction ne succède plus à l'excitation du nerf et que celui-ci semble être ainsi absolument mort. M. Tissot démontre, en effet, que l'excitation du nerf musculaire peut encore provoquer la naissance de courants d'activité dans le muscle, quand celui-ci est en état de mort apparente et ne peut plus réagir, par le moindre mouvement, à l'excitation nerveuse, ou bien quand cette excitation est trop faible pour provoquer, dans le muscle encore contractile, des signes appréciables de déformation extérieure.

Ces derniers faits sont mis en évidence par des expériences délicates fort bien exécutées. M. **Tissot** en conclut que les modifications électriques qui succèdent à l'excitation directe ou indirecte des tissus musculaires constituent bien un phénomène primaire dû à l'activité physiologique de ces tissus, et non un phénomène secondaire résultant des changements que la contraction introduit dans la forme du muscle. Ce fait est, du reste, en accord avec un autre fait bien connu, celui de la précédence de la variation électrique négative du muscle sur la contraction même de l'organe. Tous deux sont destinés à être utilisés au même titre

dans les tentatives déjà faites ou à faire pour établir une théorie plausible du mécanisme intime de la contraction musculaire.

PRIX L. LA CAZE.

(Commissaires : la Section de Médecine et Chirurgie, et MM. Ranvier, Duclaux, Chauveau; Marey, rapporteur).

Ce prix a été décerné à M. **Dastre,** dont les travaux portent sur les branches les plus diverses de la Physiologie; il s'est occupé en effet d'embryogénie, des propriétés des muscles et des nerfs du cœur et des vaisseaux, mais c'est surtout aux problèmes de Chimie biologique que cet auteur s'est particulièrement appliqué.

L'Académie a récompensé deux fois les travaux de M. Dastre; elle lui a décerné le prix Montyon de Physiologie en 1882 et l'un des prix de Médecine en 1891. Il n'y a donc pas lieu d'exposer dans tous ses détails une œuvre qui a déjà été l'objet de plusieurs Rapports; nous rappellerons seulement quelques-uns des travaux de M. Dastre.

Il a éclairé la nature d'une substance qu'on prenait autrefois pour de la graisse et qui se produit dans l'organisme en diverses circonstances: nous voulons parler de la lécitine, qui s'observe dans l'évolution des œufs à vitellus et dans la stéatose des tissus.

L'apparition de cette substance précède le dépôt de la graisse véritable dans les parenchymes; c'est elle qui se trouve dans le foie gras des canards suralimentés; c'est encore elle qui infiltre les tissus dans l'empoisonnement chronique par le phosphore.

L'auteur, poursuivant ses études sur les graisses, a cherché comment ces substances se comportent dans l'intestin; il a constaté que leur digestion s'effectue en grande partie sous l'action des cellules épithéliales de l'intestin et, pour une moindre part, sous l'influence des liquides digestifs, bile et sucre pancréatique. Cl. Bernard, utilisant une disposition anatomique spéciale chez le lapin, avait constaté le rôle actif du liquide pancréatique dans la digestion des corps gras. M. Dastre, par une élégante expérience, a créé une disposition inverse des conduits biliaires et pancréatiques, ce qui lui a permis de constater que la bile exerce sur la digestion des graisses une action au moins aussi efficace que celle du suc pancréatique.

Dans ses recherches sur l'Embryologie, M. Dastre a montré l'homologie

des parties intra-fœtales et extra-fœtales de l'œuf; il a fait voir aussi que l'œuf des rongeurs se rattache au type commun, éclairant ainsi l'un des points les plus obscurs de l'Embryologie. Il a découvert enfin les plaques choriales où se fait un dépôt de phosphate tribasique de chaux dont le rôle est de subvenir, dans les derniers temps de la vie fœtale, au rapide développement du système osseux.

Une des plus importantes découvertes de M. Dastre est d'avoir trouvé, en collaboration avec M. Morat, que les nerfs vaso-dilatateurs, dont l'existence n'avait été démontrée encore que dans la cavité buccale, sont répandus dans tout l'organisme; qu'ils exercent une action opposée à celle des vaso-constricteurs et servent avec eux à régler le cours du sang dans tous les organes.

M. Dastre a suivi, dans les liquides de l'embryon, l'évolution des matières sucrées; il a étudié la valeur nutritive de ces matières ainsi que celle des différents sucres : lactose, maltose, galactose, glycose, et leur rôle dans la formation des divers éléments organiques de l'économie. Il a signalé enfin l'augmentation du sucre dans le sang, lors de l'asphyxie par défaut d'oxygène, cette glycémie asphyxique pouvant se traduire par de la glycosurie.

Les recherches de M. Dastre sur les propriétés du muscle cardiaque et sur l'action des nerfs du cœur ont éclairci la question si controversée du rythme spontané des mouvements de cet organe.

Tous ces travaux, et d'autres encore sur lesquels on ne saurait insister ici, tels que la toxicité de l'air expiré, l'influence du lavage des tissus, l'action des ferments solubles, celle des anesthésiques, etc., ont justifié, aux yeux de votre Commission, la haute récompense qu'elle propose pour M. **Dastre**.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Marey, Chauveau, Guyon; d'Arsonval, rapporteur.)

Le professeur Bouchard constate qu'une injection de tuberculine est suivie de la dilatation des capillaires de la rétine du lapin, tandis que la toxine pyocyanique provoque leur constriction. Cette expérience fondamentale sert de point de départ au D[r] **Charrin**. Il établit, en collaboration avec M. Gley, que cette constriction dépend de la paralysie des centres dilatateurs; le réflexe de Snellen-Schiff (dilatation des vaisseaux du pavil-

lon de l'oreille par l'excitation du nerf auriculo-temporal sectionné) ne se réalise que très incomplètement chez les animaux imprégnés par les produits solubles du bacille du pus bleu.

L'auteur montre que ces produits ont une action antagoniste de celle de la tuberculine, de la malléine, principes tous vaso-dilatateurs, dont l'auteur indique les effets. Il prouve également que les urines des tuberculeux, beaucoup plus que celles des individus normaux (en dehors des oscillations de resserrement et de dilatation), élargissent les capillaires; cet attribut dérive de la présence de la lymphe de Koch dans le contenu vésical, ces composés s'éliminant en partie, d'après M. Bouchard, par cette voie.

Ces propriétés vaso-motrices sont soumises à des variations qui découlent de l'ancienneté des cultures, des conditions qui ont présidé à l'évolution des ferments figurés générateurs, de la composition si complexe des bouillons.

Le phénomène établi, puis étudié à divers points de vue, en particulier en tenant compte des causes d'oscillations, l'auteur cherche à en préciser la durée, en général assez courte, à l'exemple de la plupart des spasmes; le relâchement lui fait suite; ces changements font saisir les fluctuations de pressions enregistrées.

Un des points les plus importants de ce Mémoire concerne les animaux vaccinés : pour mettre en jeu ces processus vasculaires, chez ces vaccinés, il est nécessaire d'introduire la dose qui se révèle active chez des sujets sains. Ce résultat met en lumière la fausseté de la théorie qui soutient que les tissus, ou plutôt, que certains tissus des réfractaires sont insensibles aux toxines; cette théorie, en tout cas, ne s'applique pas à toutes les infections.

L'étude de ces propriétés est complétée par la recherche des modifications imprimées au cœur, au myocarde, à la fibre musculaire, aux plexus cardiaques, aux filets nerveux par ces sécrétions microbiennes.

Si, dans ce travail, la théorie a sa part, le côté pratique n'est point oublié.

M. Charrin, avec M. Gamaléïa, prouve que l'on peut atténuer, retarder telle inflammation, en faisant pénétrer ces substances propres à entraver la sortie du sérum, la diapédèse des globules; l'œdème, l'afflux cellulaire, processus constitutifs de la lésion locale, font défaut ou sont notablement réduits.

A d'autres égards, ces résultats touchent à la défense de l'organisme,

en supprimant la sortie des humeurs bactéricides ou antitoxiques, en restreignant cette sortie, comme celle des leucocytes phagocytaires.

Ces vaso-constrictions ont pu également permettre, en imitant le professeur Bouchard, d'arrêter des hémorragies, la glace, l'ergot, etc., ayant échoué. Toutefois, ces corps déterminent des accès de fièvre, une véritable réaction, et c'est encore là une notion qui se dégage de ce travail, à savoir que ces phénomènes réactionnels, qui accompagnent l'entrée des produits solubles dans l'organisme, ne sont pas spéciaux à la tuberculine, ainsi que le pensait Koch.

Toucher aux vaso-moteurs, c'est toucher à la circulation, aux échanges, à la nutrition, c'est toucher à tout : à cet égard, il est bien inutile d'insister. Au cours des maladies infectieuses, ces modifications des capillaires surviennent à tout instant. Étudier les sécrétions bactériennes comme on étudie le curare, la strychnine, c'est appliquer une méthode féconde; établir les raisons capables d'expliquer la genèse de ces modifications des capillaires, c'est apporter un résultat rendu important et par le nombre et par la valeur des faits auxquels il s'applique; c'est aller au delà de la formule « Les microbes font la maladie à l'aide de leurs sécrétions » : c'est par conséquent réaliser un progrès.

Ces recherches de M. Charrin ont été confirmées par nombre d'expérimentateurs français et étrangers et sont devenues le point de départ d'une thérapeutique nouvelle.

La Commission, en conséquence, décerne à M. **Charrin** le prix Pourrat pour l'année 1895.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Marey, Potain, d'Arsonval ; Bouchard et d'Arsonval, rapporteurs.)

Rapport de M. **Bouchard.**

M. le Dr **A. Besson** a adressé une série de recherches expérimentales sur les procédés physiologiques par lesquels les agents révulsifs semblent exercer leur action. C'est la première étude véritablement scientifique qui ait été entreprise sur cette antique méthode thérapeutique.

Les excitants mécaniques, physiques, chimiques sont étudiés dans leur action sur les vaisseaux, sur le cœur, sur la circulation générale.

L'auteur étudie les actions localisées, les actions à distance, les actions profondes, celles qui s'opèrent non plus à la surface de la peau, mais dans le tissu sous-cutané, dans les muscles, dans le tissu spongieux des os, dans le poumon.

L'auteur termine par une étude des effets que les révulsifs produisent sur la température du corps, sur la respiration, sur la nutrition.

Rapport de M. **d'Arsonval.**

Le travail présenté par M. **Cristiani** renferme des faits nouveaux et importants sur la Physiologie du corps thyroïde.

Contrairement à l'opinion généralement adoptée, la thyroïdectomie chez le rat est toujours mortelle.

La survie observée par d'autres expérimentateurs était due à une opération incomplète. M. Cristiani démontre qu'il suffit de laisser en place la moindre parcelle de l'organe, pour voir se produire une régénération.

L'auteur prouve qu'il en est de même chez la souris, le campagnol, l'écureuil, le muscardin. Les reptiles se comportent également comme les mammifères.

Dans la seconde partie de son travail, M. Cristiani montre pourquoi ses devanciers n'ont pu réussir la greffe thyroïdienne permanente.

La disparition de ces greffes est due à la formation d'un tissu cicatriciel qui se sclérose avec l'âge, finit par étouffer les éléments épithéliaux et par obstruer les vaisseaux de l'organe greffé.

Cette formation de tissu cicatriciel a lieu particulièrement dans la partie centrale de la greffe; elle ne se produit plus dans les très petites greffes, en suivant les règles tracées par l'auteur. Au contraire, ces petites greffes sont susceptibles de s'hypertrophier.

M. Cristiani démontre donc qu'il est aujourd'hui possible d'obtenir des greffes persistantes, ayant les fonctions de la glande thyroïde, et pouvant être employées comme moyen curatif radical de l'athyroïdie.

L'auteur a donc contribué, par ses recherches, à la guérison de maladies réputées incurables, telles que le myxœdème spontané ou opératoire, et l'idiotie crétinoïde.

La Commission partage le prix. Elle attribue *huit cents francs* à M. **Besson**, *six cents francs* à M. **Cristiani**; elle accorde une mention honorable au Dr **de Keating Hart**, pour un travail intitulé : *Traitement des néphrites albumineuses chroniques.*

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. Marey, d'Arsonval, Bouchard, Chauveau, Ranvier; Guyon, rapporteur.)

La Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix à M. le Dr **Chabrié** pour ses recherches sur la cystine et la cystinurie.

Des expériences longtemps poursuivies ont permis à l'auteur d'étudier la cystine au point de vue de sa constitution et de sa synthèse chimique, puis d'indiquer comment cet intéressant produit se forme dans l'organisme. Le problème de Physiologie pathologique que soulèvent de semblables recherches se rattache étroitement à une question de Physiologie normale : celle de la présence du soufre inoxydé des composés organiques de l'urine. Ce travail est donc de ceux qui apportent à la Physiologie expérimentale, les contributions, qu'elle ne pourrait recueillir, sans le concours des moyens si précieux d'investigation, que la Chimie met à son service.

Après avoir discuté les diverses formules de la cystine et fait parmi elles un choix fondé sur les résultats de ses analyses et des considérations tirées de l'étude approfondie du sujet, l'auteur émet des hypothèses sur la manière dont la cystine peut prendre naissance. Grâce à des expériences qui ont eu pour résultat d'obtenir la synthèse d'un composé nouveau, il lui est permis de penser : que la cystine est produite pendant la digestion pancréatique, par l'action de l'hydrogène sulfuré sur un acide amidé. L'auteur admet aussi, en se basant sur des expériences connues, qui montrent que la cystinurie peut être liée à la présence de produits d'oxydation incomplète, que cet état morbide est également la conséquence d'un ralentissement de la nutrition. Il conclut que les alcalins additionnés de chlorure de sodium, qui retardent la fermentation pancréatique et favorisent les combustions, doivent contribuer à empêcher la formation de la cystine. M. **Chabrié** est donc parvenu à éclairer les points les plus importants d'une question difficile; tant par sa nature, que par la rareté des occasions qui en permettent l'étude approfondie.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Mascart, Grandidier, Faye, Cornu ;
Bouquet de la Grye, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours, pour le prix Gay à décerner en 1895 : *Étudier le régime de la pluie et de la neige sur toute la surface de la terre.*

Le Mémoire qui a été envoyé par M. **Angot** répond pleinement à ce programme.

Il comprend tout d'abord l'exposé de ce qui a été fait sur ce sujet par différents auteurs, et montre que la meilleure et la dernière publication de Berghaus laisse encore beaucoup à désirer, l'auteur n'ayant pas utilisé, tant s'en faut, toutes les observations que l'on possède à l'heure actuelle sur différents pays.

M. Angot, qui avait publié antérieurement un travail sur le régime des pluies en Espagne, a recherché tout d'abord la valeur relative des observations, c'est-à-dire les erreurs qui, suivant les localités, peuvent résulter de l'emploi d'un nombre réduit d'années d'observations, comme représentant la moyenne d'un grand nombre d'années ; recherche neuve qui l'a conduit à cette conclusion que, si l'on dispose de trente années d'observations, l'erreur sur la moyenne générale ne dépasse guère 3 pour 100 du résultat. Cela permet, en Europe, de tracer des courbes isohyètes de 100^{mm} en 100^{mm}, et de 200^{mm} en 200^{mm} dans les pays tropicaux.

Il indique aussi quels sont les phénomènes généraux qui amènent la pluie sur une localité, et donne, comme causes efficientes, l'ascension de l'air dans les régions supérieures. Si cette ascension est produite par une rencontre et un choc de vents horizontaux, on a des pluies qu'il appelle de *convection ;* si le vent s'élève par le fait qu'il rencontre des montagnes, on a des pluies *orographiques ;* enfin, les pluies *cycloniques* proviennent d'aspirations ou de poussées verticales dans la partie centrale de ces météores.

Cette classification donne une grande clarté aux Cartes isohyètes qu'a tracées M. Angot pour tout le globe, en prenant l'échelle de 200^{mm} en 200^{mm} et l'appuyant sur le dépouillement d'observations faites dans 15000 sta-

tions. C'est un travail de bénédictin que vient d'accomplir ce savant, et l'on ne saurait trop louer le soin avec lequel il a été fait.

L'auteur, à la fin de chaque Chapitre consacré à un continent particulier, donne, dans un Tableau, les variations de la pluie pour un certain nombre de stations pendant les douze mois de l'année.

C'est un acheminement vers le tracé de Cartes isohyètes mensuelles, travail d'avenir, lorsque les données seront plus complètes ; à l'heure actuelle, il faut considérer comme un fait heureux que l'on puisse voir, à l'aide des Cartes de M. Angot, combien le régime des pluies dépend à la fois de la forme et de la hauteur des continents, et aussi des grands courants atmosphériques, liés à la rotation de la Terre et à la chaleur solaire.

La Commission désirerait voir publier le Rapport de M. **Angot** ainsi que son Atlas de Cartes, et est unanime à proposer que le prix Gay lui soit attribué.

Un deuxième Mémoire présenté à l'Académie dénote également un travail considérable.

Son auteur, qui a gardé l'anonymat, a aussi compulsé les innombrables observations météorologiques faites à la surface du globe, et il les a résumées dans un manuscrit de 700 pages.

Seulement, il a conçu la réponse à la question posée pour le prix Gay d'une manière bien générale, son Mémoire pouvant en effet avoir pour titre : *Exposé de Météorologie*, et non *Régime de la pluie sur la Terre*.

Certes, la chaleur solaire est la cause réelle de ce météore, et la rotation de la Terre ainsi que les accidents géologiques en déterminent le régime. Mais notre auteur, au lieu de se borner à l'exposé des causes générales qui favorisent la précipitation des vapeurs, y a joint l'étude des variations de la pression, de la température, de la nébulosité, et le dépouillement des documents qu'il a consultés manque, à la fin, de ce qui pouvait les rendre tangibles, de cartes tracées à l'aide des chiffres qu'il a reproduits.

Ajoutons que l'auteur, qui a beaucoup voyagé et qui parle, avec connaissance de cause, aussi bien du climat de Ternate où il a séjourné quatre ans, que de la côte d'Afrique où il a observé des tornades, a une tendance à chercher partout la cause des phénomènes, ce qui donne un caractère particulier à son Mémoire, mais si quelques-unes de ses vues sont heureuses, on ne saurait en approuver d'autres en contradiction avec des faits incontestables.

En résumé, ce Mémoire, présenté sous l'épigraphe de « Pourquoi pas, »

mérite, en raison de son importance réelle, une récompense, et vos Commissaires décernent à son auteur un deuxième prix, en priant la Commission administrative de vouloir bien lui attribuer une somme de *mille francs*.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX BIENNAL.

Le prix Biennal a été attribué cette année par l'Académie des Sciences à M. **Raoult**.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Schlœsing, Troost, Schützenberger, Brouardel, Armand Gautier.)

Rapport de M. **Arm. Gautier** *relatif* au Mémoire *sur les précipitations moléculaires, et leurs applications à l'assainissement des industries insalubres;* présenté par M. A. Gérardin.

D'expériences commencées par M. **A. Gérardin** dès 1875, à la demande de M. Belgrand, il semble résulter que les eaux de rivière ou de source vues en grandes masses, après un long repos qui les clarifie, sont tantôt bleues, tantôt vertes. Les eaux bleues, excellentes à boire, sont impropres à beaucoup d'usages industriels, tels que la fabrication de la gélatine, la teinture sur étoffes, les lavages de laines, etc. Elles doivent leur couleur bleue à une très faible proportion de carbonate de chaux très divisé qu'elles tiennent presque indéfiniment en suspension. Certains sels solubles jouissent de la propriété curieuse de s'unir moléculairement ou physiquement à ces particules et de les précipiter : c'est ainsi que M. Schlœsing a montré qu'il suffit de très faibles quantités de chlorure de calcium pour clarifier des eaux qui tiennent indéfiniment en suspension de l'argile très divisée. Telles sont les eaux de la Durance.

C'est en partant de cette observation fondamentale que M. A. Gérardin

a réussi à rendre propres à certaines industries des eaux qui ne leur convenaient pas. Il y est parvenu, tantôt par addition de sels solubles, quand il s'agissait de précipiter des particules en suspension; tantôt par addition de précipités chimiques très divisés, lorsqu'il fallait entraîner une partie des sels ou des matières organiques solubles.

M. Franckland a fait de son côté un grand nombre d'observations semblables. Elles montrent bien que les corps en suspension, s'ils sont très divisés, entraînent, à la façon des particules de charbon qui possèdent cette propriété au plus haut degré, les matières organiques ou minérales dissoutes dans les eaux.

Suivant M. Gérardin, l'expérience de M. Schlœsing n'est pas applicable seulement aux corps en suspension dans l'eau ou dans tout autre liquide; son principe doit être généralisé. Il a remarqué que les poussières en suspension dans l'air, ou dans d'autres gaz, sont entraînées par la condensation des vapeurs. En poursuivant les applications pratiques de ce principe, M. A. Gérardin est parvenu à améliorer très sensiblement l'hygiène d'un certain nombre d'industries. Je citerai en particulier la fabrication du minium dont les poussières toxiques ne peuvent, à l'état sec, être entièrement captées que très difficilement, et qui provoquent si souvent, et généralisent, l'empoisonnement saturnin chez les ouvriers qui manipulent cette dangereuse substance.

Je citerai encore comme spécialement incommodes, ou difficiles à fixer, les poussières d'engrais chimiques, de noir animal, celles qui résultent du travail du crin, du cardage des laines, du battage des tapis, etc. M. Gérardin a montré que, dans tous ces cas, il suffit de faire arriver dans la chambre à poussière une faible quantité de vapeur d'eau sans pression pour que toutes les particules en suspension soient précipitées et rendues entièrement inoffensives. Ces expériences ont été réalisées et appliquées depuis quelques années chez de grands industriels parisiens, et leur succès a subi le contrôle du temps.

Généralisant encore ces premières tentatives, M. Gérardin a pensé pouvoir abattre, industriellement, au moyen d'une faible quantité de vapeur d'eau, les fumées des grandes cheminées d'usines, et il a fait, à ce sujet, en collaboration avec M. Ringelmann, une série d'études intéressantes, encore incomplètes, il est vrai, mais qui sont un commencement de solution de cette grande question industrielle et hygiénique : la disparition des fumées d'usines et l'assainissement de l'atmosphère des grandes villes.

Enfin, M. Gérardin a essayé d'appliquer aussi le même principe à la con-

densation et au dosage des odeurs. C'est là une partie très originale, quoique un peu plus théorique, de son Mémoire. Toutefois, les observations qu'il a déjà faites sur la condensation par la vapeur d'eau, sans pression, des odeurs diluées dans l'air, et ses essais de dosages des traces de matières odorantes dans les eaux de condensation, donnent encore à cette dernière partie de son travail un réel intérêt.

C'est aux travaux de ce genre, à des applications industrielles, qui ont fait leur preuve et ont rendu de réels services, que doit être destiné le prix Montyon. Les recherches précédentes, continuées depuis vingt années, contrôlées et appliquées dans l'Industrie, répondent bien au but visé par l'illustre fondateur de ce prix. Aussi notre Commission propose-t-elle d'attribuer à M. A. **Gérardin** la totalité du prix Montyon (Arts insalubres) pour 1895.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Bertrand, Fizeau, Faye, Sarrau;
Van Tieghem, rapporteur).

La Commission décerne le prix Trémont à M. **B. Renault**, assistant au Muséum.

Depuis plus de vingt ans, M. Renault consacre tous ses loisirs à des recherches sur les plantes fossiles, en utilisant non seulement les matériaux rassemblés dans les collections du Muséum par Ad. Brongniart, mais encore et surtout ceux qu'il a recueillis lui-même par de longues et patientes recherches sur le terrain. C'est à faire connaître la structure des plantes fossiles, si peu étudiée avant lui, qu'il a appliqué tous ses efforts et il est parvenu, dans cette voie, à des résultats très importants, consignés dans de nombreux Mémoires dont plusieurs ont eu l'honneur de l'insertion au *Recueil des Savants étrangers*.

Dans ces derniers temps, M. Renault s'est principalement occupé de nous faire connaître les Algues du Boghead, ainsi que les nombreuses Bactériacées que l'on rencontre dans les silex du terrain houiller et qui jouaient déjà, à cette époque reculée, le même rôle destructeur de la matière organisée, qu'elles jouent encore aujourd'hui.

Il y a là tout un ensemble de recherches assez considérable pour que la Section de Botanique ait cru devoir, lors de sa plus récente élection, placer M. **Renault** sur sa liste de candidats.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Fizeau, Berthelot, Hermite, Daubrée ; J. Bertrand, rapporteur.)

Le prix est continué à M. **Paul Serret.**

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Sciences mathématiques.)

(Commissaires : MM. Hermite, Poincaré, Picard, Jordan ; Darboux, rapporteur.)

A l'unanimité, la Commission décerne le prix à feu **Albert Ribaucour**, ancien élève de l'École Polytechnique, décédé ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Philippeville (Algérie). Ribaucour était un inventeur de grand mérite en même temps qu'un ingénieur habile et dévoué. Son Mémoire sur les Élassoïdes, un autre travail qui lui avait valu le prix Dalmont, et qui a été publié il y a quelque temps dans le Journal de notre Confrère M. Jordan, contiennent des découvertes géométriques du plus haut intérêt.

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Sciences naturelles.)

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Blanchard, Van Tieghem, Chatin ; Daubrée, rapporteur.)

M. **Pomel**, bien connu par les nombreuses recherches paléontologiques qu'il a publiées depuis plus d'un demi-siècle, a adressé à l'Académie une série de monographies ostéologiques relatives à des fossiles trouvés en Algérie dans les terrains de formation récente, la plupart quaternaires.

Sans attendre qu'il soit possible de publier un travail d'ensemble sur la composition des faunes fossiles trouvées dans notre colonie, ce qui exigerait encore beaucoup de temps et de travaux, ce savant a pensé qu'il y avait intérêt à faire profiter des matériaux déjà acquis et élaborés, en les

publiant dans des monographies successives, indépendantes de l'ordre méthodique de classification, mais constituant un travail complet pour l'époque et l'objet traité, à mesure de l'accumulation des documents qui se fait d'ordinaire lentement.

Les monographies parues sont au nombre de cinq, formant autant de Volumes in-4°, accompagnées de figures.

Par ces études faites avec la compétence dont l'auteur a déjà donné des preuves, M. **Pomel** s'est rendu utile à la Paléontologie, en même temps qu'au Service de la Carte géologique de l'Algérie, dont il est directeur avec M. Pouyanne.

Aussi la Commission a été d'avis d'attribuer à M. **Pomel** le prix Petit d'Ormoy pour 1895.

PRIX LECONTE.

(Commissaires : MM. Marey, Cornu, Berthelot, Fizeau, Hermite, Daubrée, Tisserand, Milne-Edwards; Bertrand, rapporteur.)

Le prix est décerné à Lord **Rayleigh** et à M. **Ramsay**, pour leurs travaux sur la constitution de l'air atmosphérique.

PRIX TCHIHATCHEFF.

(MM. Milne-Edwards, d'Abbadie, Bouquet de la Grye, Guyou; Grandidier, rapporteur.)

Votre Commission a attribué le prix Tchihatcheff au Dr **Radde**, directeur du musée de Tiflis. C'est la troisième fois que l'Académie est appelée à décerner ce prix, que notre savant et regretté Correspondant a fondé *en faveur des naturalistes de toute nationalité qui auront fait sur le continent asiatique des explorations scientifiques;* nous l'avons donné la première fois à un éminent explorateur russe, M. Groum-Grjimaïlo, la seconde fois à notre compatriote, M. Pavie, qui a fait de si nombreux et si importants voyages dans l'Indo-Chine.

Le Dr Gustave Radde, à qui nous le décernons cette année, est un naturaliste dont les études géographiques, zoologiques et botaniques, tant dans la Sibérie que dans le Caucase, sont bien connues des savants. Il n'y a pas moins de quarante-trois ans qu'il a débuté dans la carrière des

voyages scientifiques, et, depuis cette époque lointaine, il n'a pas, pour ainsi dire, cessé de se livrer chaque année à de nouvelles explorations, toujours fructueuses.

En 1852 et 1853, il a exploré la Crimée et les côtes septentrionales de la mer Noire; les résultats de ce voyage, qui ont été publiés par la Société des Naturalistes de Moscou, appelèrent sur lui l'attention de la Société de Géographie de Russie, qui le chargea des études et recherches d'Histoire naturelle dans la grande expédition envoyée par cette Société en Sibérie orientale pendant les années 1855 à 1859. Trois gros Volumes donnent l'histoire et les résultats généraux de cette importante exploration, tant au point de vue géographique et physique qu'au point de vue zoologique, pour toute la vaste région située à l'est du lac Baïkal.

En 1862, le Dr Radde étudia, par ordre du gouvernement russe, les causes de l'ensablement de la mer d'Azof, et, en 1863, il se fixa à Tiflis où il fonda un musée qu'il dirige encore aujourd'hui et où il a réuni de remarquables collections. En 1864, il commença l'étude du Caucase, et, depuis cette époque, il a fait des voyages, pour ainsi dire annuels, soit dans la Caucasie même, soit dans la Transcaucasie, dans le but d'élucider divers problèmes de Géographie, d'Ethnographie et d'Histoire naturelle. De nombreuses et importantes publications donnent les résultats de ces explorations; nous citerons, en outre de la série des rapports commencée en 1866, le Récit du *Voyage sur la côte sud-ouest de la mer Caspienne,* 1886; la *Faune et* la *Flore de la région caspienne,* 1886; la *Faune de la région transcaspienne,* 1889; etc.

Il y a là un ensemble considérable de recherches et de découvertes qui a justement fixé l'attention de votre Commission, heureuse de pouvoir récompenser toute une vie de travail et de dévouement à la Science par l'attribution du prix Tchihatcheff au Dr **Gustave Radde**, qui, du reste, âgé aujourd'hui de soixante-quatre ans, n'en continue pas moins avec une ardeur infatigable ses explorations dans son pays d'adoption.

PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commissaires : MM. Cornu, Lippmann, Becquerel, Fizeau ; Mascart, rapporteur.)

L'étude des modifications que la structure cristalline introduit dans les propriétés physiques présente un intérêt capital au point de vue de la

constitution des milieux; il suffit, comme exemples, de rappeler les travaux Pasteur sur la polarisation rotatoire, de M. Fizeau sur les dilatations thermiques, de Mallard sur les changements de forme de la boracite.

On sait aussi depuis longtemps que les baguettes de tourmaline s'électrisent quand on les soumet à des variations de température, l'une des extrémités devenant positive et l'autre négative. La liste des corps pyroélectriques est aujourd'hui assez étendue; dans tous les cas, le phénomène est en relation avec une dissymétrie particulière du système cristallin.

On doit à MM. **J.** et **P. Curie**, dans le même ordre d'idées, une découverte importante.

Un cristal de tourmaline, comprimé suivant la direction de l'axe, s'électrise comme il le ferait par un abaissement de température; le résultat est de même nature si la compression est perpendiculaire à l'axe.

Cette propriété nouvelle a reçu le nom de *piézoélectricité*. On la retrouve chez toutes les substances reconnues déjà pyroélectriques, mais elle est plus générale et MM. Curie l'ont rattachée d'une manière très ingénieuse aux conditions de symétrie des édifices cristallins comparées avec la symétrie que présente le champ électrique lui-même.

Certains cristaux, comme la tourmaline, la calamine, la topaze, n'ont qu'un axe de piézoélectricité; le quartz possède trois axes analogues, correspondant à la symétrie ternaire; on trouve quatre axes différents dans la blende et la boracite.

Notre Confrère M. Lippmann, en s'appuyant sur le principe de la conservation de l'électricité, avait prévu qu'il doit exister un phénomène inverse et qu'un cristal piézoélectrique doit éprouver un changement de forme, de grandeur déterminée, quand on l'électrise par une source extérieure. MM. Curie n'ont pas tardé à vérifier cette conséquence sur le quartz, jusqu'aux valeurs numériques, en faisant usage des appareils les plus délicats pour mettre en évidence la dilatation du cristal.

Le combinaison de deux lames de quartz, taillées dans des directions convenables, leur a même permis de construire un électromètre, sur le principe des thermomètres métalliques à dilatation différentielle.

MM. Curie ont publié encore, soit en collaboration, soit séparément, un grand nombre d'autres travaux sur le Cristallographie, l'Électricité et le Magnétisme, parmi lesquels nous signalerons surtout une étude remarquable de la symétrie dans les systèmes physiques.

La Commission a pensé qu'elle devait mettre hors de pair la découverte si féconde des phénomènes piézoélectriques. C'est à ce titre qu'elle s'est

trouvée unanime pour décerner le prix Planté à MM. **Jacques** et **Pierre Curie**.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Friedel, Moissan, Troost, Berthelot, Schützenberger.)

Le prix a été partagé entre MM. **Lebeau**, **Louis Simon** et **Varet**.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Bertrand, Berthelot, Fizeau, Lœwy;
Daubrée, rapporteur.)

Dans l'œuvre minéralogique et géologique de M. **Termier**, il faut signaler particulièrement, comme offrant un intérêt spécial, trois Mémoires fort étendus sur le « massif cristallin du mont Pilat; le massif de la Vanoise; le massif des Grandes-Rousses ».

Ces trois Ouvrages se rattachent à une étude d'ensemble sur les terrains cristallins et métamorphiques, étude que M. Termier continue en ce moment par la préparation d'une monographie du massif du Pelvoux.

Le massif du mont Pilat, qui fait partie des Cévennes, c'est-à-dire de la bordure du Plateau central, se compose de granite, de gneiss et de micaschistes plissés en larges plis, dont l'orientation est nord-est. Les plis synclinaux contiennent des témoins de bassins houillers, et notamment le bassin de Saint-Étienne. M. Termier a donné de ces terrains anciens une description pétrographique précise, et, en même temps, une coupe stratigraphique très intéressante. Il a montré le rôle, déjà signalé par M. Michel-Lévy, de l'injection granulitique dans la production des gneiss. Le premier, en France, il a essayé de reconstituer la tectonique d'une région cristalline, et, comme les plis du terrain cristallin sont parallèles aux bassins houillers, il a pu appliquer ses déductions à la recherche du prolongement, sous les plaines tertiaires du Dauphiné, du bassin houiller de Saint-Étienne. Un récent sondage qui a découvert le Houiller près de Lyon, à 650^m de profondeur, a pleinement vérifié les conclusions de M. Termier.

Le massif de la Vanoise, un des plus élevés des Alpes françaises, d'une altitude moyenne de 3000^m à 3500^m, est recouvert de neiges et de glaces sur une grande partie de sa surface. Les difficultés d'accès en avaient jus-

qu'à présent éloigné les géologues et Charles Lory avait décrit ce massif comme formé d'un paquet de calcaires jurassiques sensiblement horizontaux, reposant sur les quartzites du Trias ou sur les micaschistes. M. Termier a montré que les micaschistes en question constituent la plus grande partie du haut massif, que ces micaschistes sont nettement compris entre le Houiller et le Trias, et qu'ils doivent ainsi être attribués au Permien. C'est un fait d'une grande importance pour la Géologie générale, et les descriptions pétrographiques de M. Termier ont jeté un jour nouveau sur la question si controversée de l'origine des gneiss. Des silicates divers se sont produits dans les schistes permiens de la Vanoise, sans l'intervention d'aucun phénomène éruptif, comme par la simple action d'un *recuit* en profondeur. M. Termier a montré que le métamorphisme croît avec l'intensité du plissement et qu'ainsi les mouvements orogéniques sont l'une des causes possibles de l'élévation de température et de l'excès de pression, auxquels est dû le métamorphisme. En même temps, M. Termier a démêlé la tectonique de cette région, qui, loin d'être simple, comme on le croyait, est une des plus compliquées de la chaîne des Alpes.

Les Grandes-Rousses, sur les confins de la Savoie et du Dauphiné, sont une chaîne cristalline, dont les plus hauts sommets atteignent l'altitude de 3400^{m}. Mais ici le Cristallin est plus ancien que dans la Vanoise, et il est, en tous cas, très antérieur à l'époque houillère. M. Termier a trouvé, toutefois, que ce terrain cristallin contient des bancs de poudingues, bancs qui ont été, comme tout le terrain, traversés et modifiés par la granulite. Il a montré les différences pétrographiques importantes qui séparent les micaschistes et gneiss des Grandes-Rousses de ceux du Plateau Central, et des schistes métamorphiques de la Vanoise.

Le houiller des Grandes-Rousses est remarquable par l'énorme développement qu'y prennent les coulées éruptives (orthophyres). Ces coulées, non signalées jusqu'alors, atteignent 1000^{m} d'épaisseur.

Ce houiller est quelquefois métamorphique. Partout il est plissé en plis très aigus que l'on peut suivre, non sans courses fatigantes et parfois périlleuses, d'un bout à l'autre du massif. Ces plis, M. Termier le montre très nettement, sont antérieurs au Trias et appartiennent à ce mouvement posthouiller, que l'on a appelé *hercynien*. Mais un nouveau mouvement, le mouvement *alpin*, est venu, longtemps après, ployer les terrains triasiques et jurassiques, en accentuant d'ailleurs les anciens plis. La reconstitution des plis hercyniens à travers le faisceau des plis alpins, la démonstration de ce fait que les directions de ces deux systèmes de plis sont quelque peu

différentes et qu'ainsi la loi de Godwin-Austen n'est qu'approchée; enfin, l'indication d'ondulations transversales, orthogonales aux plis principaux, qui se traduisent jusque dans la topographie de la région, tous ces résultats sont fort importants pour la Géologie générale et contribuent à l'avancement de nos connaissances sur la grande question de l'orogénie.

L'importance de ces résultats, conquis dans des conditions difficiles, a décidé la Commission à décerner le prix Saintour à M. **Termier**.

PRIX ALBERTO LEVI.

(Commissaires : MM. Potain, Verneuil, Guyon, Duclaux;
M. Bouchard, rapporteur.)

Ce prix, dont la rente avait été jusqu'à ce jour, suivant la volonté du fondateur, attribuée à l'Institut Pasteur, nous a paru devoir être décerné cette année. Le vœu du donateur est accompli : un moyen de guérir la diphtérie a été trouvé.

Ce qui est un grand bienfait pour l'humanité se trouve être un grand triomphe pour la Science. La thérapeutique nouvelle du croup et de l'angine couenneuse ne relève d'aucune des données scientifiques antérieurement acquises. Elle est l'application de cette notion nouvelle que, dans certaines maladies infectieuses dont le nombre est encore malheureusement restreint, le poison fabriqué par l'agent infectieux produit dans l'organisme de l'animal inocule une modification durable qui donne naissance à un contre-poison.

Il semble tout d'abord qu'il y ait simplement dans cette conception une interprétation nouvelle de faits déjà connus. On savait en effet, et depuis longtemps, que les animaux guéris de certaines maladies infectieuses ont acquis l'immunité contre ces maladies. On sait depuis neuf ans que certains animaux qui ont acquis l'immunité ont les humeurs bactéricides (1), et ce fait, qui avait d'abord été mal compris, a été établi d'une façon définitive, pour certains microbes, par Charrin et Roger (2), il y a six ans. On sait depuis huit ans (3) que l'immunité s'obtient non seulement par l'inoculation des microbes vivants, mais aussi par l'injection des produits chi-

(1) Metchnikoff, *Annales de l'Institut Pasteur,* janvier 1887.
(2) *Comptes rendus,* 4 novembre 1889.
(3) Salmon et Smith, septembre 1887; Charrin, 24 octobre 1887.

miques qu'ils sécrètent; et il a été établi il y a six ans ([1]) que, quand l'immunité produite par l'inoculation d'un microbe s'accompagne d'état bactéricide, l'immunité qui succède à l'intoxication par les poisons de ce microbe s'accompagne, elle aussi, d'état bactéricide. Malgré toutes les dénégations, tout cela reste debout. Tout cela est vrai, pourvu qu'on ne généralise pas d'une façon abusive; pourvu que, si l'on parle d'une humeur bactéricide, on n'entende pas seulement une humeur qui tue et dissout les bactéries, mais une humeur qui peut entraver leur végétation et leur multiplication, supprimer ou amoindrir leurs fonctions chimiques et, en particulier, leur fonction virulente. Tuer un microbe ou l'atténuer, pour une humeur, cela ne correspond pas à deux états différents, mais seulement à des degrés divers de l'état bactéricide de cette humeur.

État bactéricide d'une part, phagocytisme d'autre part, tels étaient les deux procédés, les seuls auxquels on pensait pouvoir attribuer l'immunité acquise et même la guérison qui serait la première manifestation de cette immunité que confère la maladie.

Et comme le sang renferme, chez les animaux rendus réfractaires les cellules qui accomplissent les actes phagocytaires et le sérum qui possède les qualités bactéricides, on pensa qu'en infusant à l'homme malade le sang d'un animal qui avait triomphé du même mal on introduirait ainsi chez le malade les agents de la guérison naturelle. Je ne sais pas quelle est de ces deux actions thérapeutiques celle que poursuivirent Richet et Héricourt quand les premiers ils ont cherché et obtenu chez le chien l'empêchement relatif du développement d'une maladie septique et purulente en lui injectant dans le péritoine le sang d'un autre chien préalablement vacciné par le microbe de cette maladie; mais l'influence curative ou préservatrice des leucocytes de ce sang était invoquée par Bertin pour motiver la préférence qu'il accordait aux injections de sang pris en totalité sur les injections du sérum. J'avais cependant montré ([2]) que le sérum possède, même après filtration à la bougie, un pouvoir protecteur plus grand que le sang complet.

Tel était l'état de la Science sur cette question spéciale des conditions de la guérison et de l'immunité acquise quand, le 4 décembre 1890, parut le travail de MM. Behring et Kitasato sur la production de l'immunité diphtérique et de l'immunité tétanique.

([1]) BOUCHARD, *Actions des produits sécrétés par les microbes pathogènes*, 22 mai 1890.

([2]) Société de Biologie, 7 juin 1890.

Ces expérimentateurs vaccinent un lapin contre le tétanos. Ils éprouvent sa résistance acquise en lui injectant une quantité de culture vivante de bacille tétanique cent quarante fois plus forte que celle qui suffit pour produire la mort des animaux non vaccinés. Le lapin résiste. On prend de son sang, on en injecte deux à quatre gouttes à des souris dans le péritoine. A d'autres souris, on injecte quatre gouttes du sérum de ce sang et l'on inocule ces animaux en même temps que des témoins avec le bacille tétanique. Les témoins meurent vers la trentième heure, les souris qui ont reçu le sang ou le sérum ne deviennent pas malades. Jusque-là les choses se passent identiquement comme dans les essais d'hémothérapie de Richet et Héricourt ou dans mes expériences de sérothérapie à l'aide d'un sérum bactéricide. Mais il n'y a qu'apparence et non similitude. La culture tétanique stérilisée, injectée à la dose de $\frac{1}{100}$ de milligramme, tue une souris en six jours; à la dose de $\frac{1}{10}$ de milligramme elle la tue en deux jours. La culture tétanique ainsi débarrassée de tout microbe et réduite à ses poisons, injectée aux mêmes doses chez les souris qui ont reçu le sang ou le sérum d'un vacciné, ne produisent plus aucune action.

Chez les animaux que nous traitions par le sérum bactéricide d'un vacciné il n'en va pas de même. S'il faut 8^{cc} de culture pyocyanique stérilisée pour tuer un lapin normal, Charrin a montré qu'il faut exactement la même dose, et même moins, pour tuer un vacciné du même poids. Le poison bactérien, qui tombe dans un sang bactéricide, ne perd donc pas sa toxicité. L'expérience de M. Behring prouve que le sang des animaux vaccinés contre le tétanos rend le poison tétanique inoffensif.

Je n'ai pas à entrer ici dans le détail des faits qui établissent que le sérum de l'animal vacciné contre le tétanos n'agit pas par une propriété bactéricide, qu'il ne détruit pas plus les poisons microbiens qu'il ne détruit les microbes eux-mêmes; mais qu'il met l'organisme animal vivant dans un état qui le rend insensible aux poisons tétaniques et en particulier à ceux de ces poisons qui empêchent la lutte de l'économie contre le développement du microbe. Ce que je dis du tétanos je pourrais le répéter de la diphtérie. J'ai choisi la première maladie parce que la puissance antitoxique y atteint un degré qui défie toute imagination. Aussi quand on veut, par l'injection du sérum antitoxique, empêcher chez l'animal le développement du tétanos, suffit-il de quantités extrêmement minimes.

C'est ce qui fait, pour la Thérapeutique humaine, la supériorité des sérums antitoxiques sur les sérums bactéricides. On agit avec 10^{cc} ou 20^{cc} de sérum antitoxique, il faudrait 600^{cc} de sérum bactéricide.

Certaines maladies, certains poisons microbiens, et je puis dire, d'une façon beaucoup plus générale, certains *poisons* provoquent dans l'organisme animal une réaction qui aboutit à la formation de contre-poisons et, dans le nombre, il s'en trouve qui rendent possible la lutte contre les microbes. Ces contre-poisons qui, dans certaines maladies, rendent la guérison possible et assurent l'immunité peuvent être puisés dans le sang de l'animal guéri; et transportés dans le corps d'un animal sain, ils le garantissent pour quelque temps contre la maladie; transportés dans le corps d'un animal malade, ils rendent possible ou hâtent sa guérison.

Ce sont, à ne considérer que des apparences grossières, les mêmes effets que nous observions avec le sérum bactéricide, mais le mécanisme est tout différent et l'intensité d'action est incomparablement plus grande. Les poisons microbiens font une chose parmi tant d'autres : ils provoquent la cellule animale à élaborer la matière suivant un mode inusité et les produits de cette élaboration sont capables d'impressionner les cellules vivantes, que ce soient les cellules bactériennes ou les cellules animales. Quand elles impressionnent défavorablement les cellules bactériennes les humeurs sont dites *bactéricides* quand elles impressionnent favorablement les cellules animales, surtout les cellules nerveuses, quand elles stimulent les actions défensives que les poisons bactériens tendent à paralyser, les humeurs sont dites *antitoxiques*. Une même humeur peut avoir un seul de ces caractères ou les deux à la fois.

C'est ce caractère antitoxique qui constitue la nouveauté et, l'on peut dire, la grande découverte de ces dernières années. Rien ne la faisait prévoir, personne ne l'avait soupçonnée, personne n'a eu l'idée de la revendiquer. Elle appartient tout entière à M. Behring. J'ajoute que M. Behring seul pouvait dégager clairement l'idée des résultats expérimentaux qu'il observait, parce que son esprit s'était arrêté déjà à l'étude et à l'interprétation d'autres faits qui ont été pour lui la première étape dans la voie qui devait aboutir à la découverte des antitoxines. Je fais allusion à ses études sur l'iodoforme qui datent de treize ans et où il montre que l'action favorable de ce médicament dans les blessures n'est pas due à ses propriétés bactéricides, mais résulte plutôt de son action neutralisante sur les poisons.

Avec M. Behring, nous sommes en possession d'un troisième moyen de protection contre les agents infectieux. A l'action phagocytaire de certaines cellules du sang, de la lymphe et de divers tissus, à la propriété bactéricide des tissus et des humeurs, s'ajoute l'état antitoxique du sang.

Ces trois moyens de défense sont réunis dans le sang. Si l'on a eu la

pensée illusoire de puiser dans le sang des réfractaires les leucocytes qu'on supposait mieux préparés à la lutte, pour les introduire dans le corps de l'homme malade dans un but thérapeutique; si, plus heureusement au moins dans les essais de Pathologie expérimentale, on a pu enrayer chez l'animal la maladie infectieuse en lui injectant le sang bactéricide d'un animal vacciné par la même maladie, il était plus naturel encore d'injecter à l'animal, d'injecter enfin à l'homme malade le sérum antitoxique d'un animal vacciné. C'est ce que M. Behring a fait avec succès chez l'animal pour le tétanos et pour la diphtérie; c'est ce qu'il a fait avec succès chez l'homme pour la diphtérie.

De divers côtés, en Allemagne, on prépara le sérum antitoxique, et dans la plupart des hôpitaux d'enfants on en fit l'application suivant les indications de M. Behring.

En France, grâce aux ressources de l'Institut Pasteur, M. Roux put fabriquer en grand le sérum anti-diphtérique; il en dirigea l'emploi à l'hôpital des Enfants-Malades sous le contrôle des médecins de cet hôpital. Il fit chez nous à la fois ce que faisait Aronson et ce que faisaient Wasserman, Ehrlich, Kossel en Allemagne. Si nous choisissons son nom pour le rapprocher de celui de M. Behring, c'est parce que c'est à lui que la France est redevable de l'application de cette méthode; c'est parce qu'il a concouru plus qu'aucun autre à la démonstration statistique des bienfaits de la méthode; c'est parce que, parmi les documents qui ont été présentés au congrès de Buda-Pesth, le faisceau des trois cents faits qu'il apportait a paru emporter toutes les convictions; c'est parce que sa statistique portant sur un seul hôpital pouvait être comparée à celle d'un autre hôpital d'enfants de la même ville, hôpital où le sérum antidiphtérique n'avait pas été introduit. C'est aussi parce que M. Roux est l'auteur de découvertes importantes relatives sinon à la thérapeutique, au moins à la pathologie de la diphtérie, qu'il a découvert la toxine diphtérique en collaboration avec M. Yersin.

Trop de bruit a été fait chez nous autour de cette découverte du sérum antidiphtérique. Trop de personnes mal informées ont attribué à M. Roux la découverte de M. Behring. M. Roux les a désavouées en toute occasion, et l'excès de la louange a fait éclater la protestation de sa probité et de sa modestie. Il convient que l'Académie ajoute le poids de son autorité à cette protestation. Il convient aussi qu'elle honore chez M. Roux, en même temps que le mérite scientifique, la loyauté et le désintéressement.

Le travail scientifique n'est pas sans utilité pour l'humanité. Grâce à la découverte et à l'application du sérum antidiphtérique, les désastres causés par la terrible maladie sont réduits de moitié. A l'hôpital des Enfants-Malades la statistique des années précédentes donnait une mortalité de 50 pour 100 qui, ailleurs, montait à 80 pour 100. Avec le sérum antidiphtérique elle est tombée à 26 pour 100. La dernière statistique de M. Behring, pour un total de 2228 diphtériques traités par le sérum, donne une mortalité de 17,3 pour 100. Quand le traitement commence le premier jour de la maladie il y a 100 pour 100 de guérisons; quand on commence le deuxième jour 97 pour 100; le troisième jour 87 pour 100; le quatrième jour 77 pour 100; le cinquième jour 60 pour 100; le sixième jour 51 pour 100.

De tels résultats, établis par de si nombreuses observations, confirmés par l'universalité des médecins, par ceux-là, en particulier, qui s'étaient au début montrés le plus hostiles à l'innovation, proclament que le progrès est accompli, que la découverte est faite et que le moment est venu de décerner le prix.

La Commission partage le prix de 50 000 francs. Elle attribue moitié à M. **Behring** pour sa découverte du sérum antidiphtérique; elle attribue moitié à M. **Roux** pour l'heureuse application qu'il a faite en France de cette découverte.

PRIX KASTNER-BOURSAULT.

(Commissaires : MM. Mascart, Cornu, Deprez, Becquerel;
Lippmann, rapporteur.)

Le prix Kastner-Boursault est destiné à récompenser une application de l'Électricité. Votre Commission a l'honneur de vous proposer de l'attribuer à M. **Baudot**, Ingénieur des Télégraphes, inventeur d'un système de télégraphe imprimeur multiple très ingénieux, et aujourd'hui répandu sur toutes les grandes lignes du réseau français.

Dans le système Baudot, au départ, on voit un petit clavier à cinq touches : le manipulateur. En enfonçant simultanément une ou plusieurs touches, l'employé produit à volonté jusqu'à 32 combinaisons distinctes, qui correspondent, suivant un code conventionnel, aux lettres de l'alphabet et autres signes nécessaires à la Télégraphie. A l'arrivée, on voit une roue des types, portant en relief ces 32 signes en caractères ordinaires d'im-

primerie, et les imprimant au fur et à mesure de leur émission. Les organes intermédiaires sont disposés comme il suit, Au départ, un bras tournant, communiquant avec le fil de ligne, vient toucher cinq plots qui correspondent avec les touches du manipulateur : il en résulte sur la ligne des émissions de courant espacées dans le temps comme les touches déprimées le sont en longueur sur le clavier du manipulateur. A l'arrivée, un second appareil à bras tournant, synchrone du premier, distribue les courants électriques à cinq organes, à cinq leviers dont les mouvements reproduisent ainsi à distance ceux des cinq touches du manipulateur.

Un signal conventionnel ainsi transmis, il reste à le traduire en langage courant par l'impression d'un des caractères d'imprimerie fixés sur la roue des types. C'est l'office d'un appareil mécanique *traducteur,* dont on ne peut rappeler ici que le principe.

Si l'on imagine un réseau de voies ferrées munies d'un système de cinq aiguilles, dont on peut combiner diversement les mouvements, on voit qu'on peut, suivant la combinaison adoptée, diriger à volonté un train qu'on attend, suivant trente-deux directions différentes. Dans le traducteur de M. Baudot, les cinq leviers, mentionnés plus haut, ont la forme et la fonction des cinq aiguilles de chemin de fer. Une fois déviées, ces petites aiguilles attendent le passage d'une pièce tournante, qui a un mouvement continuel de rotation et qui est dirigée comme le train par le jeu d'aiguilles, de telle façon que l'un des trente-deux caractères de la roue des types soit mis en œuvre pour l'impression.

Dans le système de M. **Baudot**, l'émission, la réception et la traduction des signaux sont livrés à des appareils mécaniques qui tournent à vitesse constante. On n'a donc pas à craindre que la précipitation d'un employé n'envoie, sur une longue ligne, des courants trop rapprochés, dont l'action à l'arrivée cesserait d'être distincte. En outre, ce système se prête simplement à la télégraphie multiple. Les quatre quarts d'une même circonférence, parcourue par le bras tournant, desservent, au départ, quatre manipulateurs distincts ; autant de récepteurs imprimants à l'arrivée : la ligne, dans ce cas, fonctionne en quadruple; c'est-à-dire qu'un seul fil dessert quatre couples d'appareils à la fois.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Bachellery** (**Henri-Joseph-André**), né le 12 janvier 1876 à Paris et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est décerné à MM. **Bachellery** (**Henri-Joseph-André**) et **de Ruffi de Pontevès Gevaudan** (**Charles-Antoine-Marie-Roch**), entrés les deux premiers en qualité d'Élèves-Ingénieurs à l'École nationale des Mines; et MM. **Delemer** (**Léon-Jean**) et **Labordère** (**Jean-Luglieu-Pierre-Casimir**), entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1896, 1897, 1898 ET 1899.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1896.)

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet de grand prix des Sciences mathématiques à décerner en 1896 la question suivante :

Perfectionner en un point important la théorie algébrique des groupes de substitutions entre n lettres.

Les Mémoires manuscrits destinés au concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1896; ils seront accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1896.)

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet du prix Bordin, à décerner en 1896, la question suivante :

Perfectionner en un point important la théorie des lignes géodésiques. Le cas

d'un élément linéaire à un nombre quelconque de variables n'est pas écarté par l'Académie.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er octobre 1896; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX FRANCOEUR.

Ce prix *annuel* de *mille francs*, sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Les Mémoires manuscrits ou imprimés seront reçus jusqu'au 1er juin de chaque année.

PRIX PONCELET.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux mille francs*, est destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la Science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme Veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Une donation spéciale de Mme Veuve Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

MÉCANIQUE.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROITRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans la prochaine séance publique annuelle.

Les Mémoires, plans et devis, manuscrits ou imprimés, doivent être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX MONTYON.

Ce *prix annuel* d'une valeur de *sept cents francs*, est fondé en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou des Sciences.

PRIX PLUMEY.

Ce prix, de *deux mille cinq cents francs*, est destiné à récompenser « l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute « autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à « vapeur ». Il sera décerné au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

PRIX FOURNEYRON.

(Question proposée pour l'année 1897.)

Une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français a été léguée à l'Académie, pour la fondation d'un prix de *Mécanique appliquée*, à dé-

cerner *tous les deux ans*, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour sujet du prix Fourneyron à décerner en 1897, la question suivante :

Donner la théorie du mouvement et discuter plus particulièrement les conditions de stabilité des appareils vélocipédiques (bicycles, bicyclettes, etc.) en mouvement rectiligne ou curviligne sur un plan soit horizontal soit incliné.

Les pièces de concours, manuscrites ou imprimées, devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1897.

PRIX FOURNEYRON.

(Question proposée pour l'année 1899.)

Perfectionner en quelque point la théorie des trompes. Confirmer les résultats obtenus par l'expérience.

ASTRONOMIE.

PRIX LALANDE.

Ce prix annuel, d'une valeur de *cinq cent quarante francs*, doit être accordé *annuellement* à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie. Il sera décerné dans la prochaine séance publique, conformément à l'arrêté consulaire en date du 13 floréal an X.

PRIX DAMOISEAU.

(Question proposée pour les années 1896 et 1898.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1896, la question suivante :

On demande de relier les unes aux autres, par la théorie des perturbations, les différentes apparitions de la comète de Halley, en remontant jusqu'à celle de Toscanelli en 1456 *et tenant compte de l'attraction de Neptune.*

On calculera ensuite exactement le prochain retour de la comète en 1910.

Le prix est de *quinze cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin de l'année 1896.

L'Académie a mis, en outre, au concours pour l'année 1898 la question suivante :

Exposer la théorie des perturbations d'Hypérion, le satellite de Saturne, découvert simultanément en 1848 *par Bond et Lassell, en tenant compte principalement de l'action de Titan. Comparer les observations avec la théorie, et en déduire la valeur de la masse de Titan.*

Le prix sera de *quinze cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1898.

PRIX VALZ.

Ce prix, d'une valeur de *quatre cent soixante francs,* sera décerné *tous les ans* à des travaux sur l'Astronomie.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique, à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Ce prix bi-annuel, qui consiste en une médaille d'or, destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1896.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, et considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

Un généreux anonyme a offert à l'Académie une somme de *quinze cents francs*, destinée à encourager les calculateurs de petites planètes, spécialement de celles découvertes à l'observatoire de Nice. La Section d'Astronomie est chargée de trouver le meilleur emploi de cette somme.

PHYSIQUE.

PRIX L. LA CAZE.

M. Louis La Caze a légué à l'Académie des Sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la Médecine n'avancera réel-
» lement qu'autant qu'on saura la Physiologie, je laisse *cinq mille francs*
» *de rente perpétuelle à l'Académie des Sciences,* en priant ce corps savant
» de vouloir bien distribuer *de deux ans en deux ans,* à dater de mon
» décès, un prix de *dix mille francs* (10000 fr.) à l'auteur de l'Ouvrage
» qui aura le plus contribué aux progrès de la *Physiologie*. Les étrangers
» pourront concourir. . . . .

» Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la

» somme de *cinq mille francs* de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'*Aca-
» démie des Sciences* de Paris pour fonder un *prix de Physiologie,* que je
» maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même *Acadé-
» mie des Sciences* deux sommes de *cinq mille francs* de rente perpétuelle,
» libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux
» autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la *Physique*, l'autre pour
» le meilleur travail sur la *Chimie*. Ces deux prix seront, comme celui de
» *Physiologie,* distribués *tous les deux ans*, à perpétuité, à dater de mon
» décès, et seront aussi de *dix mille francs* chacun. *Les étrangers pourront
» concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données en
» totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes*. Je provoque ainsi,
» par la fondation assez importante de ces *trois prix,* en Europe et peut-
» être ailleurs, une série continue de recherches sur les Sciences naturelles,
» qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en
» même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récom-
» penses par l'*Académie des Sciences* de Paris sera un titre de plus, pour
» ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde
» entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils
» seront distribués par des Français, et par le premier corps savant de
» France. »

L'Académie décernera, dans sa séance publique de l'année 1897, trois prix de *dix mille francs* chacun aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *Physiologie,* de la *Physique* et de la *Chimie*. (Voir pages 1078 et 1088.)

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours les

Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

Le prix est de *cinq cents francs*.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

Ce prix annuel, d'une valeur de *dix mille francs de rente*, est destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

L'Académie annonce qu'elle décernera *tous les ans* le prix Jecker, porté à la somme de *dix mille francs*, aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1076.

MINERALOGIE ET GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget.)

(Question proposée pour l'année 1897.)

Études et expériences nouvelles sur les hautes régions des montagnes, notamment sur la Météorologie et sur les conditions de la vie.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1897.

PRIX BORDIN.

(Question proposée pour l'année 1897.)

Études du fond des mers qui baignent les côtes de France, au point de vue physique, chimique et zoologique.

Le prix est de *trois mille francs.*

Les Mémoires manuscrits destinés à ce concours seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1895; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le Mémoire auquel il appartient est couronné.

PRIX VAILLANT.

(Questions proposées pour les années 1896 et 1898.)

L'Académie a décidé que le prix fondé par M. le Maréchal Vaillant serait décerné *tous les deux ans.* Elle rappelle que la question suivante, mise au concours pour l'année 1894, a été renvoyée au concours de 1896 :

Étudier les causes physiques et chimiques qui déterminent l'existence du pouvoir rotatoire dans les corps transparents, surtout au point de vue expérimental.

La question ci-après désignée, mise au concours pour l'année 1896, n'en demeure pas moins valable :

Perfectionnement théorique ou pratique dans les méthodes relevant de la Géodésie ou de la Topographie.

Chaque prix est de *quatre mille francs.*

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1896.

L'Académie met, en outre, au concours, pour l'année 1898, la question suivante :

Faire connaître et discuter les indications que fournit l'étude microscopique des roches sédimentaires (particulièrement des roches secondaires ou tertiaires)

au point de vue de leur genèse et des modifications qu'elles ont subies depuis leur dépôt, dans leur structure et leur composition (les corps organisés compris).

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin de l'année 1898.

PRIX DELESSE.

Mme Delesse a fait don à l'Académie d'une somme de *vingt mille francs*, destinée par elle à la fondation d'un prix qui sera décerné *tous les deux ans*, s'il y a lieu, à l'auteur, *français ou étranger*, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Le prix Delesse, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné dans la séance publique de l'année 1897.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1897.

PRIX FONTANNES.

Ce prix sera décerné, *tous les trois ans, à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*.

L'Académie décernera le prix Fontannes dans sa prochaine séance publique.

Le prix est de *deux mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1896.

BOTANIQUE.

PRIX BARBIER.

Ce *prix annuel,* d'une valeur de *deux mille francs,* est destiné à récompenser « celui qui fera une découverte précieuse dans les *Sciences chirur-* » *gicale, médicale,* pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à » l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa prochaine séance publique.

Voir page 1084.

PRIX DESMAZIÈRES.

Ce *prix annuel,* d'une valeur de *seize cents francs,* sera décerné « à » l'auteur, *français ou étranger,* du meilleur ou du plus utile écrit, publié » dans le courant de l'année précédente, sur tout ou partie de la Crypto- » gamie ».

Conformément aux stipulations ci-dessus, l'Académie annonce qu'elle décernera le prix Desmazières dans sa prochaine séance publique.

PRIX MONTAGNE.

Par testament en date du 11 octobre 1862, M. Jean-François-Camille Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer *chaque année* un ou deux prix, au choix de la *Section de Botanique.*

L'Académie décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1896 les prix Montagne, qui seront ou pourront être, l'un de *mille francs,* l'autre de *cinq cents francs,* aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être déposés au Secré-

tariat de l'Institut avant le 1er juin; les concurrents devront être *Français* ou *naturalisés Français*.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

Ce prix sera décerné « *tous les trois ans* au meilleur *Ouvrage de Botanique* » *sur le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du* » *Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

Ce prix, dont la valeur est de *neuf cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1898, au meilleur Ouvrage, manuscrit ou imprimé, remplissant les conditions stipulées par le testateur.

PRIX THORE.

Ce *prix annuel*, d'une valeur de *deux cents francs*, sera décerné « à » l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe » (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur » les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe ».

Ce prix est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte. (Voir ci-dessous.)

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX THORE.

Voir ci-dessus.

PRIX SAVIGNY, FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je

» lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie, » *vingt mille francs*, au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, » ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour » l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les » jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

Le prix est de *neuf cent soixante-quinze francs*.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés, devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1896.

PRIX DA GAMA MACHADO.

L'Académie décernera, *tous les trois ans*, le prix da Gama Machado aux meilleurs Mémoires qu'elle aura reçus sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Le prix est de *douze cents francs*.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1897.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

Conformément au testament de M. Auget de Montyon il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août 1829, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné, s'il y a lieu, des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur des questions proposées par l'Académie, conformément aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BARBIER.

Ce prix, d'une valeur de *deux mille francs*, sera décerné à « celui qui » fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, » pharmaceutique, et dans la *Botanique* ayant rapport à l'art de guérir ».

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1896.

Voir page 1081.

PRIX BRÉANT.

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de » façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est, » par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD.

M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs, trois pour cent*. Ce prix annuel, d'une valeur de *mille francs*, sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. « Dans le cas où, une année, le prix ne serait pas donné, il serait » ajouté au prix de l'année suivante. »

PRIX SERRES.

Ce *prix triennal* « *sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible » à la Physiologie et à la Médecine* », sera décerné en 1896 au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Le prix est de *sept mille cinq cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1896.

PRIX CHAUSSIER.

Ce prix sera décerné tous les quatre ans au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant ce temps, et fait avancer la Médecine, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *dix mille francs*, dans la séance annuelle de 1899, au meilleur Ouvrage paru dans les quatre années qui auront précédé son jugement.

Les Ouvrages ou Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1899.

PRIX PARKIN.

Ce prix triennal est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus » particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans » le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;

» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies » épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des » ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro- » pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix;

» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra- » vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie devait décerner pour la première fois le prix Parkin dans la séance publique de l'année 1893.

Aucun Ouvrage n'ayant été présenté au concours, l'Académie a décidé de remettre l'attribution de ce prix à l'année 1897.

Le prix est de *trois mille quatre cents francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1897.

PRIX BELLION, FONDÉ PAR Mlle FOEHR.

Ce prix annuel sera décerné aux savants « *qui auront écrit des Ouvrages* » *ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.* »

Le prix est de *quatorze cents francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX MÈGE.

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner* » *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son essai sur les causes qui* » *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragement des intérêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Mège, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1896.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin.

PRIX DUSGATE.

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1899, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX LALLEMAND.

Ce prix annuel, d'une valeur de *dix-huit cents francs*, est destiné à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

Les travaux destinés au concours devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

L'Académie décernera annuellement un prix de la valeur de *sept cent cinquante francs* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX L. LA CAZE.

Voir page 1076.

PRIX POURAT.

L'Académie a proposé, pour sujet du prix qu'elle doit décerner dans la séance publique de l'année 1896, la question suivante :

Étude des changements morphologiques et fonctionnels qu'on peut produire expérimentalement sur l'appareil locomoteur.

Le prix est de *dix-huit cents francs.*

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1896.

PRIX POURAT.

Question proposée pour l'année 1897.)

L'Académie met au concours, pour l'année 1897, la question suivante :

Produire des expériences nouvelles sur la détermination de la part qui revient aux oxydations dans l'énergie mise en jeu par les phénomènes physiologiques, chez les animaux.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

Ce prix biennal, dont la valeur est de *quatorze cents francs*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1897.

Les Ouvrages ou Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1897.

PRIX PHILIPEAUX.

Ce prix annuel de Physiologie expérimentale, de la valeur de *huit cent quatre-vingt-dix francs*, sera décerné dans la prochaine séance publique annuelle en 1896.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1896.)

Par un testament, en date du 3 novembre 1873, M. Claude Gay, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une rente perpétuelle de *deux mille cinq cents francs*, pour un *prix annuel* de Géographie physique, conformément au programme donné par une Commission nommée à cet effet.

L'Académie rappelle qu'elle a proposé pour sujet du prix, qu'elle doit décerner dans sa séance publique de l'année 1896, la question suivante :

Étudier les lacs français au point de vue physique, géologique et chimique.

Ce prix est de *deux mille cinq cents francs*.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1896.

PRIX GAY.

(Question proposée pour l'année 1897.)

La Commission du prix Gay propose à l'Académie de décider que la question suivante soit mise au concours :

Étudier la région méditerranéenne française au point de vue de la distribution géographique des végétaux. Examiner les relations qui existent entre la flore, le climat, la topographie et la géologie, l'influence directe et indirecte de l'homme sur la constitution de cette flore. Étudier l'origine variée des végétaux qui peuplent la région, leurs migrations, leurs adaptations.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1897.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

Il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.*

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il

s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés au concours doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX CUVIER.

Ce prix est décerné *tous les trois ans* à l'Ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

L'Académie annonce qu'elle décernera, s'il y a lieu, le prix *Cuvier*, dans sa séance publique annuelle de 1897, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1891 jusqu'au 1er juin 1897.

Le prix est de *quinze cents francs*.

PRIX TRÉMONT.

Ce prix, d'une valeur *annuelle* de *onze cents francs*, est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

L'Académie, dans sa séance publique annuelle, accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout *savant*, *ingénieur*, *artiste* ou *mécanicien* qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX GEGNER.

Ce prix *annuel* de *quatre mille francs* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

Ce prix biennal, d'une valeur de *mille francs*, sera décerné en 1896 « *au* » *voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de* » *services à la France ou à la Science* ».

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1896.

PRIX JEAN REYNAUD.

Mme Veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi- » nale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun » Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera » délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1896.

PRIX JÉROME PONTI.

Ce prix biennal, de la valeur de *trois mille cinq cents francs,* sera accordé à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1896.

Les Mémoires seront reçus au Secrétariat de l'Institut jusqu'au 1er juin 1896.

PRIX PETIT D'ORMOY.

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles.

Les reliquats disponibles de la fondation pourront être employés par l'Académie en prix ou récompenses, suivant les décisions qui seront prises à ce sujet.

L'Académie décernera le prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1897.

PRIX LECONTE.

Ce prix, d'une valeur de *cinquante mille francs,* doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, dans sa séance annuelle de 1898.

PRIX TCHIHATCHEF.

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement aux* » *naturalistes* de *touté nationalite* qui se seront le plus distingués dans l'ex» ploration du continent asiatique (ou îles limitrophes), notamment des » régions les moins connues et, en conséquence, à l'exclusion des con» trées suivantes : Indes britanniques, Sibérie proprement dite, Asie Mi» neure et Syrie, contrées déjà plus ou moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques ou mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Lorsque l'Académie ne croira pas être dans le cas d'accorder une ré» compense ou un encouragement, soit partiellement, soit intégralement » le montant ou le restant des intérêts annuels de la susdite somme seront » ajoutés à ceux de l'année ou des années subséquentes jusqu'à l'époque » où l'Académie jugera convenable de disposer de ces intérêts, soit *à titre* » *de récompense* pour des travaux accomplis, soit pour en faciliter l'entre» prise ou la continuation.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes et non des » œuvres de simple érudition. »

L'Académie décernera le prix Tchihatchef, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1896.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Ouvrages devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de l'année 1896.

PRIX GASTON PLANTÉ.

Ce prix biennal sera attribué, d'après le jugement de l'Académie, à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'électricité.

L'Académie décernera, s'il y a lieu, le prix Gaston Planté dans sa séance annuelle de 1897.

Le prix est de *trois mille francs*.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1897.

PRIX HOULLEVIGUE.

M. Stanislas Houllevigue a légué à l'Institut *cinq mille francs* de rentes 3 pour 100, à l'effet de fonder un prix annuel qui portera son nom et sera décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie des Sciences décernera le prix Houllevigue dans la séance publique annuelle de 1896.

PRIX CAHOURS.

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués chaque année, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

Le prix est de *trois mille francs*.

L'Académie des Sciences décernera le prix Cahours, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle de 1896.

PRIX SAINTOUR.

L'Académie décernera ce prix, de la valeur de *trois mille francs,* dans sa séance annuelle de 1896.

PRIX KASTNER-BOURSAULT.

Le prix, d'une valeur de *deux mille francs*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1898, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

M. Estrade-Delcros, par son testament en date du 8 février 1876, a légué toute sa fortune à l'Institut. Le montant de ce legs devra être partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, tous les cinq ans, un prix sur le sujet que choisira chaque Académie.

Ce prix, de la valeur de *huit mille francs*, sera décerné par l'Académie des Sciences pour la première fois dans sa séance publique de 1898.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année,* au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Ce prix, qui est annuel et dont la valeur est de *deux mille cinq cents francs,* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des concours pour les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au **PREMIER JUIN**.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

LECTURES.

M. **J. Bertrand**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur **François-Édouard Paris**, Membre de l'Institut.

J. B. et M. B.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 23 DÉCEMBRE 1895.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1895.

GÉOMÉTRIE.

Prix Francœur. — Le prix est décerné à M. *Jules Andrade*...................... 979

Prix Poncelet. — Le prix est décerné à M. *G. Robin*........................... 979

MÉCANIQUE.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Un prix de *deux mille cinq cents francs* est décerné à M. *Mottez*. Un prix de *quinze cents francs* est décerné à M. *Houette*, et un autre prix de *quinze cents francs* à M. *Gosselin*. Une mention très honorable de *cinq cents francs* est attribuée à M. *Baucher*............................... 980

Prix Montyon. — Le prix est décerné à M. *Galliot*............................ 988

Prix Plumey. — Le prix est décerné à MM. *Pollard* et *Dudebout*............. 990

Prix Fourneyron. — Perfectionnement de la théorie de la corrélation entre le volant et le régulateur. — Le prix est décerné à MM. *Marié* et *Lecornu*................ 993

ASTRONOMIE.

Prix Lalande. — Le prix est décerné à M. *Maurice Hamy*......... 998

Prix Valz. — Le prix est décerné à M. *Denning*.................................. 999

PHYSIQUE.

Prix L. La Caze (Physique). — Le prix est décerné à M. *Edmond Bouty*........... 1001

STATISTIQUE.

Prix Montyon. — Le prix est attribué à MM. *Alfred Martin* et *Charles Baltet*. Une mention honorable est attribuée à MM. *Hovelacque* et *Hervé*.............. 1002

CHIMIE.

Prix Jecker. — Un prix de *six mille francs* est décerné à M. *Tanret*; un prix de *deux mille francs* est décerné à M. *Renard*, et un autre prix de *deux mille francs* à M. *Burcker*............................ 1007

Prix L. La Caze (Chimie). — Le prix est décerné à M. *Le Chatelier*............. 1010

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

Grand prix des Sciences physiques. — Décerné au travail qui contribuera le plus à l'avancement de la Paléontologie française, en traitant d'une manière approfondie : des animaux articulés, des terrains houillers et des terrains secondaires en les comparant aux types actuels. — Le prix est décerné à M. *Charles Brongniart*...... 1012

Prix Bordin. — Décerné au Mémoire qui contribuera le plus à la connaissance de l'Histoire naturelle (Zoologie, Botanique ou Géologie) du Tonkin ou de nos possessions de l'Afrique centrale. — Le prix est partagé entre MM. *de Pousargues* et *Barrat*................................. 1014

Prix Delesse. — Le prix est décerné à M. *Delafond*.......................... 1015

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1896, 1897, 1898 *et* 1899.

GÉOMÉTRIE.

MÉCANIQUE.

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

STATISTIQUE.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

PRIX GÉNÉRAUX.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1896, 1897, 1898 ET 1899.

1896

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Perfectionner en un point important la théorie algébrique des groupes de substitution entre *n* lettres.

PRIX BORDIN. — Perfectionner en un point important la théorie des lignes géodésiques. Le cas d'un élément linéaire à un nombre quelconque de variables n'est pas écarté par l'Académie.

PRIX FRANCŒUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX MONTYON. — Mécanique.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

PRIX LALANDE. — Astronomie.

PRIX DAMOISEAU. — On demande de relier les unes aux autres, par la théorie des perturbations, les différentes apparitions de la comète de Halley en remontant jusqu'à celle de Toscanelli en 1456 et tenant compte de l'attraction de Neptune. On calculera ensuite exactement le prochain retour de la comète de 1910.

PRIX VALZ. — Astronomie.

PRIX JANSSEN. — Astronomie physique.

PRIX MONTYON. — Statistique.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux imortants ayant pour objet l'anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

PRIX THORE. — Décerné alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs.

PRIX MONTYON. — Médecine et Chirurgie.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX SERRES. — Sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX BELLION, fondé par Mlle Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

PRIX MÈGE. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du Dr Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX POURAT. — Étude des changements morphologiques et fonctionnels qu'on peut produire expérimentalement sur l'appareil locomoteur.

PRIX PHILIPEAUX. — Physiologie expérimentale.

PRIX GAY. — Étudier les lacs français au point de vue physique, géologique et chimique.

PRIX JEAN REYNAUD. — Décerné à l'auteur du travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

PRIX MONTYON. — Arts insalubres.

PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU. — Décerné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre

aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

PRIX GEGNER. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

PRIX JÉROME-PONTI. — Décerné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

PRIX TCHIHATCHEF.— Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

PRIX CAHOURS. — Décerné, à titre d'encouragement à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX SAINTOUR.

PRIX LAPLACE. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX RIVOT. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les n°s 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

1897

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Études et expériences nouvelles sur les hautes régions des montagnes, notamment sur la Météorologie et sur les conditions de la vie.

PRIX BORDIN. — Etude du fond des mers qui baignent les côtes de France au point de vue physique, chimique et zoologique.

PRIX FOURNEYRON. — Donner la théorie du mouvement et discuter plus particulièrement les conditions de stabilité des appareils vélocipédiques (bicycles, bicyclettes, etc.) en mouvement rectiligne ou curviligne sur un plan soit horizontal, soit incliné.

PRIX LA CAZE. — Physique.

PRIX DELESSE. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX LA CAZE. — Chimie.

PRIX PARKIN. — Recherches sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique dans le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies

PRIX LA CAZE. — Physiologie.

PRIX POURAT. — Produire des expériences nouvelles sur la détermination de la part qui revient aux oxydations dans l'énergie mise en jeu par les phénomènes physiologiques chez les animaux.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE. — Physiologie thérapeutique.

PRIX GAY. — Étudier la région méditerranéenne française, au point de vue de la distribution géographique des végétaux. Examiner les relations qui existent entre la flore, le climat, la topographie et la Géologie, l'influence directe et indirecte de l'homme sur la constitution de cette flore. Étudier l'origine variée des végétaux qui peuplent la région, leur migration, leurs adaptations.

PRIX CUVIER. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

PRIX PETIT D'ORMOY. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

PRIX GASTON PLANTÉ. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

1898

PRIX DAMOISEAU. — Exposer la théorie des perturbations d'Hypérion, le satellite de Saturne découvert simultanément en 1848 par Bond et Lassell, en tenant compte principalement de l'action de Titan. Comparer les observations avec la théorie et en déduire la valeur de la masse de Titan.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ. —Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France.

PRIX VAILLANT. — Faire connaître et discuter sle indications que fournit l'étude microscopique des roches sédimentaires (particulièrement des roches secondaires ou tertiaires), au point de vue de leur genèse et des modifications qu'elles ont subies, depuis leur dépôt, dans leur structure et leur composition (les corps organisés compris).

PRIX LECONTE. — Décerné aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales.

PRIX KASTNER-BOURSAULT. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX ESTRADE-DELCROS. — Ce prix sera décerné par l'Académie des Sciences, pour la première fois en 1898, au travail dont elle indiquera le sujet.

1899

PRIX FOURNEYRON. — Perfectionner en quelque point la théorie des trompes. Confirmer les résultats obtenus par l'expérience.

PRIX CHAUSSIER. — Destiné à récompenser le meilleur Livre ou Mémoire, qui aura fait avancer la Médecine, soit Médecine légale ou pratique.

PRIX DUSGATE. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 DÉCEMBRE 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Développement des vaisseaux lymphatiques.* Note de M. L. Ranvier.

« On ne sait rien ou presque rien sur le développement des vaisseaux lymphatiques. Je rappellerai seulement une vieille observation de Kœlliker, qui avait conduit son auteur et, avec lui, un grand nombre d'histologistes, à une interprétation aujourd'hui bien extraordinaire.

» Kœlliker a vu dans l'expansion membraneuse de la queue des Têtards, entre les vaisseaux sanguins, des canaux ne contenant pas de sang, terminés par des pointes et munis de pointes latérales. Ces pointes se continueraient avec des cellules conjonctives; ces cellules seraient creuses et formeraient un réseau canaliculé. De la sorte, le réseau des cellules plasmatiques de Virchow serait la véritable origine des lymphatiques. Dans le *Traité d'Histologie* de Leydig, cette manière de comprendre les choses est

formulée plus nettement encore et traduite par une figure qui ne peut laisser subsister aucun doute.

» Voici ce qu'il y a à dire de ces anciennes données :

» Il n'est pas certain que les lymphatiques de l'expansion membraneuse de la queue des Têtards soient des lymphatiques en voie de développement. On peut, en effet, en observer de semblables dans le mésentère de la Grenouille adulte. On les y voit très nettement après les avoir injectés de bleu de Prusse par la grande citerne rétropéritonéale. De plus, les cellules conjonctives ne sont pas creuses : ce sont des masses protoplasmiques pleines, contenant un noyau. Enfin, les pointes terminales et latérales des lymphatiques de l'expansion membraneuse ne se continuent pas avec les prolongements des cellules conjonctives. Il n'y a donc rien à conserver de l'observation de Kœlliker en ce qui regarde le développement des vaisseaux lymphatiques, même chez les Batraciens.

» Pour suivre avec fruit le développement des lymphatiques, il fallait choisir un organe où ils fussent faciles à observer et où on leur connût une distribution régulière et une structure bien déterminée. Il m'a semblé que le mésentère avec ses chylifères à direction rayonnée devait remplir ces conditions. Il fallait, en outre, pouvoir se procurer facilement un grand nombre d'embryons à différentes périodes du développement.

» Presque chaque jour, dans les abattoirs de Paris, on sacrifie des truies pleines. On obtient, sans difficulté, l'utérus de ces animaux, avec les embryons qu'il renferme. C'est sur des embryons de porc qu'ont été faites les recherches que je vais exposer maintenant.

» Je notai avec soin la longueur des embryons. C'était, en l'absence de renseignements plus précis, la seule manière d'avoir une détermination approximative de leur âge. Je dis approximative, parce que la longueur des embryons, à une époque déterminée du développement, varie avec la race et la nutrition. Par exemple, dans une portée de dix à douze petits, il n'est pas rare d'en trouver quelques-uns de taille exiguë. On conçoit dès lors que deux embryons de la même taille pourront être à des périodes différentes de développement et que deux embryons de taille différente pourront avoir le même âge.

» En général, des embryons de porc ayant moins de 9^{cm} du sinciput à la naissance de la queue n'ont pas encore de vaisseaux lymphatiques. Des injections par piqûre faites à la peau, dans diverses régions du corps, produisent des taches de diffusion; quelquefois elles pénètrent les vaisseaux sanguins, mais jamais elles ne déterminent les dessins caractéristiques des

capillaires lymphatiques, tandis que la même expérience, répétée sur des embryons ayant plus de 10^{cm}, est toujours couronnée de succès. Je dirai même qu'on obtient ainsi de fort belles préparations des capillaires lymphatiques de la peau. Ces capillaires montrent des culs-de-sac latéraux et terminaux semblables à ceux que j'ai décrits dans une Note précédente *Sur la morphologie des capillaires lymphatiques des Mammifères.*

» Cette Note doit même être considérée comme une introduction à l'étude du développement des vaisseaux lymphatiques; c'est dans cet esprit que je l'ai rédigée. J'y ai voulu montrer que les lymphatiques, chez les Mammifères, comme chez les Batraciens, prennent leur origine dans un réseau de gros capillaires qui, dans la peau aussi bien que dans les villosités intestinales, sont munis de culs-de-sac latéraux ou terminaux. Ces culs-de-sac se montrent donc d'emblée, chez l'embryon, avec leurs principaux caractères, et l'accroissement ultérieur du réseau lymphatique semble résulter simplement de leur extension. Cette extension les amène au contact les uns des autres. On voit alors leur paroi disparaître au point de contact, sans doute par un mécanisme de résorption ; c'est ainsi que se forment les anastomoses et que le réseau capillaire se complète.

» Les lymphatiques dont il a été question jusqu'ici sont des capillaires; ils n'ont pas de valvules et *n'en auront jamais*. Au début de mes recherches, qui ont duré plusieurs années, je pensai autrement. Il me semblait que les valvules pourraient bien se former après coup. Conduit par cette première hypothèse, j'ai tenté d'injecter le système lymphatique des embryons du centre à la périphérie par le canal thoracique. Or, dès qu'on peut le reconnaître et l'injecter, par exemple chez des embryons de porc de 10^{cm}, ce canal possède des valvules et des valvules parfaitement *suffisantes*, suivant l'expression des physiologistes et des pathologistes. C'était là un premier point acquis et un point fort important, car, ainsi qu'on le verra plus loin, *les troncs lymphatiques des Mammifères, aussitôt qu'on peut les reconnaître, sont munis de valvules.*

» Il n'est certes pas facile de trouver le canal thoracique d'un embryon de porc, de l'isoler par la dissection et d'y introduire une canule. On n'y réussit pas toujours, mais on y arrive cependant quelquefois, et cela suffit. Les expériences et les observations dont il me reste à parler sont, au contraire, extrêmement simples.

» Pour observer les lymphatiques du mésentère qui ne sont pas des capillaires lymphatiques, mais bien des troncs lymphatiques, tout comme le canal thoracique (voir, pour la distinction des deux ordres de vaisseaux,

mon *Traité technique d'Histologie* et mes Notes antérieures), il suffit de détacher une anse intestinale avec la portion du mésentère qui lui correspond, de traiter par l'acide osmique à $\frac{1}{100}$ et de colorer par le picrocarminate d'ammoniaque.

» Chez les embryons ayant moins de 9^{cm}, on ne voit rien des lymphatiques du mésentère, pas plus que des lymphatiques de la peau. En général, ils sont formés ou en voie de formation chez les embryons de 10^{cm}. On peut suivre leur développement et leur accroissement chez des embryons plus grands, jusqu'à 15^{cm}, 16^{cm} et même 18^{cm}.

» J'estime que la première formation doit se faire très rapidement. Je n'ai pas pu la prendre sur le fait; mais cela ne paraît pas nécessaire ou du moins indispensable, car à côté des chylifères tout formés, allant directement de la base du mésentère à l'intestin, il en est d'autres qui s'y terminent par des culs-de-sac ou par des bourgeons.

» Un plus grand nombre encore présentent soit des culs-de-sac, soit des bourgeons latéraux. On peut presque toujours observer quelques-uns de ces derniers, même lorsque le premier développement est achevé. C'est déjà une observation bien instructive que celle des chylifères tout formés de l'embryon. Elle conduit à reconnaître que ces vaisseaux sont composés de segments, *segments intervalvulaires*, et que chacun de ces segments, qui semble constituer une unité organique, doit avoir un développement indépendant. Les valvules qui séparent les segments sont déjà organisées de telle sorte qu'elles permettent la circulation de la périphérie au centre et empêchent tout reflux du centre à la périphérie. Elles s'établissent d'emblée et au fur et à mesure que se forme et se développe chaque segment intervalvulaire. Cela résulte des faits que je vais exposer maintenant.

» Je ne peux pas entrer ici dans tous les détails que l'on peut observer dans mes nombreuses préparations. Je dois m'en tenir seulement aux plus simples et à la formule embryologique qu'ils comportent.

» Il se forme à l'extrémité ou sur le côté d'un segment intervalvulaire un bourgeon cellulaire plein d'abord. Le bourgeon s'accroît et il y apparaît une lumière. La lumière, une fois formée, continue de s'agrandir, par suite de l'accumulation d'un liquide sécrété par les cellules du bourgeon. Ce liquide refoule, dans le segment attenant au bourgeon, les cellules endothéliales qui occupent le col de celui-ci. Leur ensemble figure alors une élégante collerette qui n'est autre chose que l'ébauche d'une valvule.

» C'est ainsi que des bourgeons, édifiés sur un segment intervalvulaire, deviennent des segments intervalvulaires qui, à leur tour, donneront nais-

sance à des bourgeons. C'est ainsi que les lymphatiques croissent du centre à la périphérie. C'est ainsi que les valvules s'ouvrent nécessairement de la périphérie au centre.

» Ce sont là des faits trop nouveaux pour être aisément compris. Je vais essayer de les faire mieux saisir et du même coup en indiquer la portée générale par une comparaison. On connaît bien les phases essentielles du développement des glandes. Chacune de celles-ci apparaît d'abord sous la forme d'un bourgeon cellulaire plein à la face profonde de l'ectoderme ou de l'endoderme. Ce bourgeon, dont les éléments sont à l'origine semblables à ceux de la couche épithéliale endo ou ectodermique qui lui a donné naissance, s'accroît progressivement, et à une période déterminée de son évolution se creuse d'une lumière. Plus tard, on distingue dans le bourgeon glandulaire, devenu glande achevée, des culs-de-sac sécréteurs et des canaux excréteurs.

» Les capillaires lymphatiques correspondent à la partie sécrétante de la glande et les troncs lymphatiques aux canaux excréteurs.

» En fait, c'est là où je voulais en venir; le système lymphatique peut être considéré comme une immense glande vasculaire, ayant son origine embryologique dans le système veineux et déversant dans les veines son produit de sécrétion. Ce produit de sécrétion est la lymphe [1].

» Dans une prochaine Communication, je m'occuperai des aberrations et des régressions que l'on peut observer dans les lymphatiques en voie de développement. »

ZOOLOGIE. — *Sur la deuxième campagne scientifique de la* Princesse-Alice; par **Albert Ier**, Prince de Monaco.

« Durant les mois de juin, de juillet et d'août derniers, j'ai consacré aux Açores une quatrième campagne scientifique, et celle-ci a été la plus fructueuse de toutes, car les aménagements de mon navire, chaque fois aug-

---

(1) Les physiologistes trouveront peut-être cette proposition paradoxale. Elle paraît cependant bien naturelle, si l'on considère que l'absorption ne diffère guère de la sécrétion que par la direction du mouvement, interne pour l'absorption, externe pour la sécrétion. Dans l'une et dans l'autre, le mécanisme histologique est le même.

mentés, modifiés par l'expérience, permettent désormais à la *Princesse-Alice* des entreprises qui lui étaient encore inaccessibles.

» Le personnel se composait de MM. Jules Richard, chargé des travaux du laboratoire, Lallier, zoologiste, et Borrel, artiste-peintre.

» Le voyage a eu pour point de départ Monaco, le 23 mai, et pour terminaison le Havre, le 16 août; les travaux scientifiques proprement dits ayant eu lieu du 17 juin au 12 août, sur un itinéraire compris entre 37° et 49° de latitude nord et 11° et 31° de longitude ouest, dans les conditions suivantes :

» *Océanographie.* — 35 sondages jusqu'à 5240^m; 20 prises de température du fond jusqu'à 2198^m; 14 prélèvements d'échantillons d'eau qui proviennent du contact immédiat du sol sous-marin jusqu'à 5240^m et destinés à l'analyse.

» *Zoologie.* — 14 dragages entre 550^m et 4443^m, dont la plupart aux environs de 1500^m; 14 immersions de nasses entre 88^m et 2178^m; 8 traînages de barre à fauberts entre 550^m et 1021^m; captures journalières par le harpon, la foëne ou la ligne de traîne; au haveneau, à la main ou par l'attraction de la lumière électrique.

» Un engin nouveau, l'appareil Buchet, destiné à faire des pêches pélagiques pendant la marche du navire, jusqu'à une vitesse de 7 nœuds environ, a été essayé et son fonctionnement le classe désormais à l'inventaire de mon matériel scientifique. Mais lui, pas plus que mon chalut de surface, souvent si productif, n'ont pu être utilisés pour cette raison singulière que sur le parcours presque entier du voyage, depuis 21° de longitude ouest jusqu'aux Açores et ensuite jusqu'au voisinage du golfe de Gascogne, la mer se couvrait chaque nuit d'un banc de Méduses (*Pelagia noctiluca*) assez épais pour que l'appareil fût bien vite encombré de ces animaux ou pour que le filet menaçât de se rompre sous leur poids.

» Les sondages ont été faits au moyen du câble de $2^{mm},3$ en acier, essayé l'année dernière, et qui remplace désormais le simple fil du même métal précédemment employé.

» Les dragages les plus fructueux ont été les suivants : trois entre 4000^m et 4443^m qui ont donné beaucoup de Stellérides remarquables (*Dytaster, Hymenaster*) et d'Holothuries appartenant aux genres *Benthodytes* et *Psychropotes;* les exemplaires de ce dernier étaient d'un violet intense et mesuraient jusqu'à $0^m,46$ de longueur totale. Puis des Anatifes, des Scalpellums et des Cirrhipèdes; des Paguriens et deux Brachyures du

genre *Ethusa* dont le *Talisman* a recueilli des représentants jusqu'à 5000^{m}; enfin, des Poissons parmi lesquels je signalerai les genres *Neostoma, Bathypterois, Macrurus,* et tout particulièrement, parmi ceux-ci, un exemplaire qui atteint une longueur de 0^{m}, 80.

» Les dragages de 2000^{m} avec de beaux *Stephanotrochus* vivants (*S. diadema* et *S. nobilis*); des *Caryophyllia communis;* des fragments de Crinoïdes et de *Brisinga,* des *Ankyroderma* et d'autres Holothuries; des Stellérides appartenant aux genres *Hymenaster, Neomorphaster, Plutonaster* et *Pedicellaster;* des Poissons appartenant aux genres *Halosaurus* et *Macrurus.*

» Les dragages de 1000^{m} à 1500^{m}, opérés entre les îles, et qui ont fourni en abondance des animaux de tous les groupes, notamment un poisson digne d'attention, que le professeur Collett rapporte provisoirement au genre *Chimæra,* et une douzaine de corps allongés en forme de carotte d'un rouge pâle violacé, dont le plus grand mesure 120^{mm} sur 20^{mm} au gros bout. A l'extrémité de ce dernier on voit, au centre d'une région blanche, un orifice qui paraît fermé comme par un sphincter. La structure histologique montre que ce sont les tentacules détachés d'une Actinie remarquable par sa taille. L'examen microscopique montre en particulier de nombreux nématocystes allongés avec un long et fort filament qui porte des barbelures disposées en hélice.

» L'usage des nasses a confirmé les résultats précédemment signalés (¹); l'une d'elles a rapporté, après un séjour de vingt-cinq heures sur un fond de 1385^{m}, 328 Poissons (*Simenchelys parasiticus*); 16 *Synaphobranchus,* 5 Geryons, 4 Crevettes rouges et 2 Céphalopodes; deux autres, immergées pendant quarante-huit et soixante heures, respectivement sur des fonds de 550^{m} et de 730^{m}, ont affirmé l'observation, faite l'année dernière, que ces engins peuvent rapporter des animaux à marche lente si on les laisse immergés pendant un certain temps; en effet, la première contenait un Oursin et la seconde un Mollusque très intéressant de la famille des *Marseniadæ.* Je citerai encore deux Céphalopodes, pris par le même moyen, et que M. Joubin rapporte au genre *Heteroteuthis.*

(¹) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 14 février 1887.
Ibid., 26 novembre 1888.
Ibid., 9 juillet 1888.
Ibid., 9 juin 1890.
Ibid., 7 janvier 1895.

» Les barres à fauberts ont fourni, dans plusieurs cas, des résultats magnifiques surtout pour la beauté des spécimens obtenus dans les différents groupes d'Alcyonaires, d'Hydraires, de Bryozoaires, de Polypiers; les Spongiaires, les Annélides et les Crustacés étaient nombreux.

» Les principaux animaux obtenus au moyen du harpon et de la foëne, par les engins habituels de la pêche, par la visite des épaves, etc., sont : 1 Cachalot, 4 Dauphins, 15 *Carcharias*, 7 *Polyprion*, 1 *Coryphœna*, 17 Germons, 7 Tortues (*Th. caretta*) et beaucoup de petits organismes qui flottaient à la surface, notamment un Crustacé voisin des *Polycheles*, peut-être du genre *Eryoneicus*.

» La plupart des individus appartenant à ces groupes, disséqués avec soin, nous ont fourni beaucoup de parasites, ainsi que le contenu de leur estomac souvent riche d'animaux.

» Le Cachalot pris devant moi par des baleiniers de profession, remorqué par la *Princesse-Alice*, jusque dans une crique de l'île de Terceira, puis laissé à mon entière disposition pour toutes les recherches scientifiques désirables, a fourni l'événement capital de cette campagne. Sa capture, en effet, devint un moment dangereuse pour la sécurité du navire, et les vomissements, provoqués par son agonie, me livrèrent plusieurs grands Céphalopodes complets, dont un est probablement une espèce nouvelle du genre *Histioteuthis* d'après M. Joubin, et dont un quatrième, couvert d'écailles molles, polygonales, facilement détachables, portant une grosse tache pigmentée, constitue un genre nouveau que M. Joubin appelle *Lepidoteuthis Grimaldii*. Enfin, l'examen du contenu de son estomac et la recherche de ses parasites, permis au cours d'un dépècement rationnel de ses organes, ont achevé de remplir quatre journées d'une étude qui complète celles précédemment poursuivies sur ces animaux.

» J'ai noté plusieurs fois un fait intéressant pour la Physiologie : à l'extérieur d'une nasse, qui remontait d'une profondeur considérable et qui contenait de grands Crabes du fond, des Geryons, plusieurs de ces mêmes animaux, surpris par l'ascension de l'appareil au moment où, accrochés à une de ses parois, ils cherchaient à y pénétrer, se laissaient enlever jusqu'à la surface et même au-dessus de l'eau jusque sur le pont, tandis qu'une simple détente de leurs ongles eût suffi pour qu'ils retombassent au fond d'abord, et plus tard tout simplement dans l'eau. Le fait paraît d'autant plus digne d'attention que, durant cette montée d'une ou de plusieurs heures, les Crabes devaient éprouver les angoisses de la décompression et d'une tem-

pérature excessive pour eux, sans que, d'autre part, ils fussent influencés par le contact d'une proie à garder, puisqu'ils étaient séparés de l'amorce de la nasse par une distance moyenne de 1^m.

» En somme, cette campagne est de toutes celles que j'ai conduites jusqu'ici, la plus fructueuse pour la Zoologie. Il est permis de dire que la *Princesse-Alice* a déployé toute la puissance dont un navire seul peut disposer dans la poursuite des animaux. Je me préoccupe maintenant de projets plus étendus qui exigeront l'emploi de plusieurs navires travaillant ensemble. »

GÉOLOGIE. — *Note sur l'histoire des océans;* par M. Suess.

« On sait depuis quelques années que les bords des grands océans montrent deux types bien différents : l'un des bouches du Brahmapoutra jusqu'au cap Horn, déterminé par les lignes directrices des grandes chaînes de montagnes : c'est le *type Pacifique*, et l'autre le *type Atlantique*, où l'on ne voit pas une pareille influence des lignes directrices. On sait aussi que, d'après la distribution des sédiments mésozoïques, le bassin Pacifique doit être regardé comme plus ancien que les autres. Ces observations assez générales ont pris une forme beaucoup plus précise à la suite d'un travail commun sur la classification du Trias pélagique, que MM. de Mojsisovics, Waagen et Diener viennent de présenter à l'Académie de Vienne. Par la complaisance de nos confrères surtout à Calcutta, à Saint-Pétersbourg et à Stockholm, de vastes matériaux ont été mis à la disposition de mes amis; les collections faites dans diverses parties de la Sibérie ont été envoyées à Vienne et, en 1891, toute la collection himalayenne du service de Calcutta a été transmise à notre Université. Tandis que M. de Mojsisovics, suivant la route tracée par les travaux de M. de Hauer, étudiait le Trias des Alpes et publiait ses grandes monographies des faunes alpines et, en 1886 et 1888, des mémoires sur le Trias arctique, M. Waagen était occupé de la monographie des fossiles du Trias du Salt Range, dont il avait étudié la stratigraphie comme membre du Survey indien, et M. Diener décrivit les fossiles du Trias de l'Ussuri. En 1892, M. Diener fut chargé par l'Académie de Vienne d'une mission aux frontières du Tibet pour compléter les études stratigraphiques sur le Trias de l'Himalaya central, et cette expédition, aidée d'une manière brillante par le Gouvernement impérial de l'Inde et

par la participation personnelle de MM. Griesbach et Middlemiss, a enrichi nos connaissances et nos collections d'une manière extraordinaire.

» Voici les résultats principaux de ces travaux, formulés pour le Trias inférieur par MM. Waagen et Diener, et pour le Trias supérieur par M. de Mojsisovics :

» I. *Série Scythienne.* — Grande partie de l'Europe couverte par les eaux lagunaires ou côtières du Bunter Sandstein ; type de Werfen dans les Alpes et jusqu'au mont Bogdo dans la steppe d'Astrakhan; en Asie, calcaires marins à Céphalopodes (Salt Range, Himalaya, Ussuri, Olenetz, île Kotelny dans la Sibérie septentrionale; Idaho). A. Étage Brahmanien *: a. Gangétien* (1. Zone à Otoc. Woodwardi); *b. Pandarien :* (2. Zone à Gyronites frequens; 3. Zone à Proptychites Lawrencianus; 4. Zone à Proptychites trilobatus). B. Étage Iakoutien : (5. Zone à Ceratites normalis; 6. Zone à Flemingites radiatus; 7. Zone à Flemingites flemingianus).

» II. *Série Dinarienne.* — Muschelkalk de la province germanique, à peu près coïncidant avec l'étage Anisien de cette série, temps de continuité pleine des dépôts alpins et asiatiques. C. Étage Hydaspien : (8. Zone à Stephanites superbus. Upper Ceratite limestone du Salt Range). D. Étage Anisien; *a. Balatonien.* (9. Zone à Ceratites binodosus en Europe. Zone à Siberites Prahlada en Asie; couches à Rhynchonella Griesbachi de l'Himalaya); *b. Bosnien.* (10. Zone à Ceratites trinodosus en Europe. Zone à Ptychites rugifer en Asie).

» III. *Série Tyrolienne.* — Grande richesse et diversité dans les Alpes orientales; distribution jusqu'en Espagne et aux Baléares, à l'est à travers l'Asie jusqu'à Rotti, au Japon, en Californie. E. Étage Norien : *a. Fossanien* (11. Zone à Protrachytes Curionii et 12. Zone à Dinarites avisianus); *b. Longobardien* (13. Zone à Protrachytes Archelaus). F. Étage Carnien : *a. Cordevolien* (14. Zone à Trachyceras Aon. = Couches de St. Cassian); *b. Julien* (15. Zone à Trachyceras Aonoides = Couches de Raibl); *c. Tuvalien* (16. Zone à Tropites subbullatus).

» IV. *Série Bajuvarienne.* — La distribution de l'étage inférieur ou Juvavien est aussi étendue que celle de la série tyrolienne; on la connaît hors de l'Europe dans l'Asie Mineure, dans la vallée du Thob en Afghanistan (Alaunien), au Pamir (calcaires à Halorelles), de l'Himalaya, de l'île de Rotti, de la Nouvelle-Calédonie, de la Nouvelle-Zélande, du Pérou, de la Californie. Les provenances de l'étage supérieur ou Rhétien hors de l'Europe sont jusqu'ici douteuses. G. Étage Juvavien : *a. Lacien* (17. Zone à Sagenites Giebeli, 18. Zone à Cladiscites ruber); *b.* Alacenien (19. Zone à Cyrtopleur. bicrenatus); *c. Sévatien* (20. Zone à Pinacoceras Metternichi; 21. Zone à Sirenites Argonautæ). H. Étage Rhétien (22. Zone à Avicula contorta).

» Ces études démontrent que le Trias, dans son développement typique, peut être divisé en zones distinctes, reconnaissables par des faunes diverses, tout à fait comme la formation jurassique. Mais parmi les milliers de fossiles pélagiques du Trias, qui ont trouvé leur rendez-vous à Vienne, il n'y

a pas un seul fossile de la région Atlantique ou des pourtours de l'océan Indien.

» Mes amis se trouvent donc autorisés à conclure que dans ce temps il y avait un grand océan à la place du Pacifique d'aujourd'hui, mais débordant le contour actuel au Pérou, en Californie, au Japon, en Australie, c'est-à-dire partout, et que ce vieux Pacifique possédait deux grandes branches, l'une à travers la Sibérie orientale et jusqu'au Spitzberg, que nous appelons la branche arctique, et l'autre à travers toute l'Asie centrale et les Alpes jusqu'à la Méditerranée occidentale, qui a reçu le nom de *Tethys*, mer aujourd'hui disparue, dont certaines parties de la Méditerranée actuelle, beaucoup plus anciennes que l'Atlantique, forment les derniers restes.

» On peut facilement comprendre comment, vers le milieu de l'époque miocène, l'avancement des plis alpins vers la Forêt Noire et vers la Bohême forme un nouveau seuil, partageant en deux la mer Méditerranée, qui avait jusque-là embrassé le nord des Alpes, et séparant la région du Rhône de celle du Danube. Je ne doute pas que les énormes phénomènes de plissement, arrivés dans les dernières phases de l'époque carbonifère, n'aient beaucoup contribué à la formation de ce que nous nommons l'ancien monde. Mais en regardant les océans plus modernes, c'est-à-dire l'Atlantique et l'océan Indien, on voit que des chaînes de montagnes et toute la structure des continents adjacents sont souvent coupés transversalement par le rivage. On aperçoit aussi que les trois masses triangulaires, qui forment un trait si curieux dans la face de la Terre, l'Afrique, l'Inde et le Groenland (auxquelles il ne faut pas comparer l'Amérique du Sud, dont le prolongement est dû à une chaîne plissée), appartiennent exclusivement à cette région plus moderne. La formation de ces océans est donc un phénomène tout à fait différent de la formation des montagnes plissées, et la seule explication que nous savons offrir est celle de vastes affaissements successifs, comme la Méditerranée en montre des exemples. Les continents triangulaires seraient alors des grands *horst* continentaux, restés debout entre deux aires d'affaissement, comme cela semble être le cas en petit pour la partie méridionale de la Crimée.

» La quantité d'eau sur notre planète étant regardée comme presque invariable, les grands affaissements, c'est-à-dire la naissance des nouveaux océans, doivent eux-mêmes contribuer au desséchement d'anciens bassins et à l'incorporation du lit de l'ancienne Tethys et de ses dépôts plissés

dans le continent, c'est-à-dire à l'union de l'Eurasie et de l'Indo-Afrique. Dans l'Éocène, un bras de mer passe encore de l'Europe dans le Turkestan et atteint le Gobi près de Yarkand. Le premier étage méditerranéen (Burdigalien) traverse encore l'Asie Mineure et parvient en Perse. Les traces de la communication Téthydienne se perdent enfin et nous arrivons aux événements si variés qui forment les derniers actes de l'histoire de la Méditerranée actuelle. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'analyse acoustique des mélanges de deux gaz de densités différentes*. Note de M. E. **Hardy**, présentée par M. A. Cornu.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Comme suite à la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences le 30 octobre 1893, un microphone a été installé sur chacun des deux tuyaux sonores. Le courant électrique les traverse successivement et passe ensuite dans un récepteur téléphonique ordinaire placé à une distance quelconque de l'appareil. Par suite de cette disposition le récepteur téléphonique répète avec la plus grande netteté, et en les accentuant, soit le son pur, soit les battements produits par les tuyaux sonores.

» *Enregistreur*. — Deux tubes acoustiques partent des enveloppes des tuyaux sonores et viennent aboutir dans un résonateur fermé par une membrane. Cette membrane participe donc aux vibrations des deux tuyaux sonores : elle vibre régulièrement avec une amplitude constante lorsque les tuyaux sonores donnent l'unisson; mais, s'ils produisent des battements, la membrane vibre successivement en de grandes et de petites amplitudes correspondant aux maxima et aux minima de l'intensité du son, c'est-à-dire aux battements. Un style d'argent très élastique repose sur la membrane et suit tous ses mouvements. Lors des grandes amplitudes de la membrane il vient toucher une vis de contact et ferme le courant électrique. Un relais télégraphique traversé par ce courant ne fonctionne donc qu'à chaque battement des tuyaux sonores.

» Une horloge tire continuellement une large bande de papier et l'un des mobiles de l'horloge donne chaque cinq minutes un contact élec-

trique qui dure exactement vingt secondes; le courant électrique passe par ce contact avant d'arriver au relais. Une observation aura donc lieu chaque cinq minutes et durera exactement vingt secondes.

» Une pile locale commandée par le relais actionne un électro-aimant qui, par l'intermédiaire de divers organes, fait avancer une aiguille à chaque battement des tuyaux sonores ayant lieu pendant les vingt secondes d'observation. Cette aiguille part de zéro à chaque observation, et porte une molette encrée qui trace un arc de cercle sur la bande de papier, en déposant un point à chaque battement.

» Lorsque le contact de vingt secondes arrive à sa fin, l'aiguille s'arrête et quelques secondes après un débrayage ramène l'aiguille à zéro.

» Avec des mélanges d'air et de gaz d'éclairage faits dans un gazomètre, on a obtenu les résultats suivants :

Pour 1 millième de gaz,	2 à 3	points ou battements	en	20	secondes.
Pour 2 millièmes de gaz,	6	points	environ en	20	secondes.
Pour 5 millièmes »	15	»	»	»	»
Pour 10 millièmes »	30	»	»	»	»
Pour 20 millièmes »	60	»	»	»	»

» Les tuyaux sonores donnent environ 512 vibrations doubles par seconde à l'air libre, mais les enveloppes modifient ce nombre. »

CORRESPONDANCE.

M. A. de Lapparent prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Minéralogie, par suite du décès de M. *Pasteur*.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

MM. **Angot**, **Arthus**, **Ch. Baltet**, **Ch. Brongniart**, **Jacques Curie**, **Pierre Curie**, **Dastre**, **W. Denning**, **Galliot**, **Gérardin**, **Imbert**, **Lebeau**, **Lecornu**, **Le Chatelier**, **Pomel**, **W. Ramsay**, **Lord Rayleigh**, **Renard**, **Renault**, **F. Renauld**, **Mlle Germaine Ribaucour**, **Dr Roux**, **Simon**, **Tanret** adressent des remercîments à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Perrine* (1895, nov. 16) *et Brooks* (1895, nov. 21) *faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,316$; par MM. **Rambaud** et **Sy**. (Présentées par M. Tisserand).

Dates 1895.	Temps moyen. d'Alger.	ΔR.	Δ(D).	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	⋆.	Obs.
				Comète Perrine.					
Nov. 21....	17h45m17s	+0m48s,77	−11′45″,1	13h55m16s,80	$\bar{1}$,619 n	— 0°50′ 7″,9	0,726	1	R
25....	16.59.48	−0.45,69	−15,14,0	14. 6.36,14	$\bar{1}$,654 n	— 3.27.56,3	0,733	2	R
25....	17. 9.25	−0.44,44	−15.33,2	14. 6.37,39	$\bar{1}$,647 n	— 3.28.15,5	0,733	2	S
27....	17.31. 1	+2.12,43	+ 6.11,5	14.13.33,72	$\bar{1}$,629 n	— 5. 3.28,2	0,743	3	R
27....	17.45.42	+2.14,62	+ 5.42,0	14.13.35,91	$\bar{1}$,615 n	— 5. 3.57,7	0,745	3	S
				Comète Brooks.					
Nov. 27....	16. 6.31	−1. 8,49	+ 1. 6,7	9.30.45,00	$\bar{1}$,066 n	— 1.25.45,9	0,736	4	R
27....	16.24.25	−1.12,23	+ 3.25,4	9.30.41,26	$\bar{2}$,904 n	— 1.23.27,2	0,736	4	S
Déc. 9....	10.25.27	+1.39,38	— 0.20,5	7.57.27,18	$\bar{1}$,810 n	+48.37.47,0	0,078	5	R
9....	10.49.24	+1.26,73	+ 3. 8,8	7.57.14,53	$\bar{1}$,786 n	+48.41.16,3	$\bar{1}$,843	5	S
10....	8.24.15	−2.33,00	+ 0.59,3	7.45. 8,85	$\bar{1}$,883 n	+51.47.56,0	0,525	6	R

Positions des étoiles de comparaison.

⋆.	Gr.	Asc. droite moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1895,0	Réduction au jour.	Autorités.
1	10	13h54m26s,11	+1s,92	— 0°38′ 5″,7	−17″,1	Munich nº 9705
2	9.0	14. 7.19,85	+1,98	— 3.12.25,1	−17,2	Weisse, nº 72
3	7.8	14.11.19,27	+2,02	— 5. 9.22,6	−17,1	$\frac{1}{3}$[Schjellerup nºs (5078+5079)+2 Radcliffe, nº 3696]
4	9.0	9.31.50,08	+3,41	— 1.26.45,2	— 7,4	$\frac{1}{2}$[Munich nº 4352 + Weisse nº 658]
5	9	7.55.41,29	+6,51	+48.38.18,9	−11,4	6354 Bonn A. G.
6	8.8	7.47.34,95	+6,90	+51.47. 7,4	−10,7	$\frac{1}{2}$[BB. t. I Z. 94, nº 66+Cambridge U. S., nº 1984]

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Faye faites au grand télescope de l'observatoire de Toulouse et de la planète Charlois (1895 décembre 9) faites à l'observatoire de Toulouse avec l'équatorial de* $0^m,25$; par M. F. **Rossard**. (Présentées par M. Tisserand.)

COMÈTE FAYE.

Dates 1895.		Étoile.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.
Décembre 9.....	1	5757 BD — 5°	$-0^m.41^s,30$	$+1'.10'',5$	18:20
17.....	2	5695 BD — 4°	−0. 9,48	−6.57,8	18:20

PLANÈTE CHARLOIS.

Dates 1895.		Étoile.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.
Décembre 16.....	3	629 BD + 18°	+2.40,17	+9. 7,1	18:20
16.....	3	Id.	+2.34,05	+8.26,6	9:12
17.....	3	Id.	+1.51,24	+3.57,2	18:20
21.....	4	709 BD + 17°	−1.19,73	−8.12,7	18:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1895.	⋆.	Asc. droite moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Déc. 9.	1	$22^h.23^m.53^s,7$	$+2^s,99$	$-5°.23'.4''$	$+15'',3$	Position approchée
17.	2	22.27.36,54	+2,98	− 4.41.42,5	+16,0	½ (Weisse₁ 532 + Schjellerup 9226)
16.	3	4.15.26,56	+5,01	+18.10. 5,3	+19,7	½ (Yarnall 1917 + Kam 759)
17.	3	4.15.26,56	+5,02	+18.10. 5,3	+19,7	»
21.	4	4.15.19,67	+5,03	+18. 0.55,4	+20,6	⅓ (Weisse₂ 267 + Yarnall 1916 + Rumker 1159)

Positions apparentes de la comète Faye.

Dates 1895.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Décembre 9...	$8^h.47^m.29^s$	$22^h.23^m.15^s,4$	$\bar{1},569$	$-5°.21'.38''$	0,802
17...	6. 2. 9	22.27.30,04	$\bar{1},161$	− 4.48.24,3	0,816

Positions apparentes de la planète Charlois.

Dates 1895.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Décembre 16...	9.56.51	4.18.11,74	$\bar{2},906_n$	+18.19.32,1	0,575
16...	12.49.16	4.18. 5,62	$\bar{1},395$	+18.18.51,6	0,609
17...	9. 2.28	4.17.22,82	$\bar{1},239_n$	+18.14.22,2	0,592
21...	11.50.10	4.14. 4,97	$\bar{1},266$	+17.53. 3,3	0,600

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brünner), pendant le troisième trimestre de* 1895. Note de M. J. **Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, dont la disposition est donnée avec les observations du deuxième trimestre, page 710 des *Comptes rendus,* t. CXXI). L'examen de ces Tableaux nous conduit aux remarques suivantes :

» Le nombre des observations faites dans ce trimestre est de 74, plus élevé de 14 que le précédent (60).

» *Taches.* — La distribution des taches à la surface du disque solaire continue à être assez irrégulière, ainsi qu'il résulte du Tableau I. En général, le nombre des groupes de taches et la surface correspondante sont peu différents d'un hémisphère à l'autre, quoiqu'il y ait une légère augmentation pour l'hémisphère nord; on doit faire une exception pour le mois de juillet où l'activité est prédominante sur l'hémisphère sud. Il faut aussi signaler le minimum de la seconde quinzaine de ce mois, tel que le 25, on n'observait qu'une tache de petite dimension et un groupe de pores qui a donné naissance, dans la suite, à de toutes petites taches. D'ailleurs, pendant ce trimestre, le nombre des taches a été supérieur à celui du trimestre précédent (Tableau II), et, au total, on a 88 groupes représentant une surface de 6080 millioniėmes au lieu de 76 groupes et 6045 millioniėmes. Néanmoins l'étendue moyenne des groupes continue à diminuer.

» Les trois groupes suivants du Tableau I ont été *visibles à l'œil nu :*

août ($\lambda = 7,0$, $\beta = +11^\circ$); septembre ($\lambda = \lambda 2,9$ $\beta = +10^\circ$) et ($\lambda = 30,4$, $\beta = -16^\circ$),

soit un au sud et deux au nord. Il y en avait eu un au sud et trois au nord le trimestre précédent.

» *Régions d'activité.* — Les groupes de facules ont un peu augmenté, 123 groupes et 162,0 millièmes, au lieu de 108 groupes et 146,9 millièmes.

» Comme les taches, elles se montrent un peu plus nombreuses dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
Juillet 1895.		0,00.			
1–2	2	1,0	−9		3
28–4	6	2,5	−10		35
6–9	3	3,6	−16		23
10–11	2	6,1		+17	34
1–11	9	6,7	−18		24
3–8	4	8,7		+14	52
3–9	5	8,8	−17		111
6–15	7	9,0	−9		413
8–18	9	12,5	−9		121
8–17	8	12,7		+15	49
9–11	3	14,6		+14	24
17	1	15,5		+5	4
11–22	8	17,2		+24	37
13–22	8	17,4	−16		90
17	1	18,5		+25	2
13–18	5	19,3	−12		37
19	1	20,6		+18	2
20	1	21,6	−12		2
23	1	23,6		+17	2
22–24	3	24,6		+18	11
25–29	4	27,2		+14	3
24–3	9	30,1	−13		37
1	1	31,3	−3		2
	24 j.		−12°,0	+16°,5	
Août 1895.		0,00.			
1–3	3	1,2	−14		9
1	1	2,5		+20	1
30–9	9	3,0	−8		403
29–9	10	4,0	−7		85
2–10	8	5,1	−5		142
8	1	6,8	−17		4
1–13	11	7,0		+11	650
5–9	5	8,2	−16		25
2–13	10	8,5	−6		55
9–14	5	8,6		+18	92
5–16	10	10,3		+16	163
12	1	13,4	−0		1
17	1	13,9	−20		17
12–14	3	15,6	−13		11
17	1	16,1	−7		1
12–13	2	16,6		+9	9
17	1	19,5	−10		11
14–23	8	19,6		+8	201
17	1	20,3	−21		4
14–26	10	21,2		+18	542
27	1	22,8	−15		36
26–28	2	24,8	−11		25
Août (suite).		0,00.			
26–27	2	26,3	−3		1
26	1	27,2		+13	1
27	1	27,5	−13		1
27	1	28,0		+22	2
31	1	28,1		+8	6
26–3	8	30,0	−8		68
26–29	4	31,5	−5		19
27–6	10	31,9	−10		85
	26 j.		−10°,5	+14°,3	
Septembre 1895.		0,00.			
27	1	1,4		+7	4
27–9	12	2,9		+20	528
4–6	3	4,4		+20	2
4–10	6	5,3		+18	79
4	1	5,8		+14	2
2–3	2	6,1		+20	5
3–4	2	6,7		+15	2
2–10	8	8,0		+11	61
10–14	4	9,8		+22	57
10	1	10,2	−9		1
6–10	4	12,2	−15		23
16	1	12,5	−18		8
6–17	9	12,7		+10	46
13–14	2	13,6		+24	5
13–19	6	15,6		+8	57
10–14	4	16,3	−21		23
17	1	18,0		+20	3
17–24	6	18,7	−11		69
19–21	2	20,3		+18	2
21	1	20,6	−14		2
20–21	2	20,7		+15	20
24–26	2	21,0	−10		8
23	1	21,7		+5	2
24	1	22,0		+27	2
16–28	12	22,5	−15		174
23	1	22,9		+23	1
23–25	3	23,5		+12	3
19–27	5	24,0	−16		9
28	1	25,3		+6	4
23–27	5	26,0		+0	11
25	1	26,0		+21	2
28	1	27,1		+14	3
25–3	6	28,3		+14	43
24–5	9	30,3		+10	321
26–5	7	30,4	−16		700
	24 j.		−14°,5	+14°,7	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud. 90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Juillet.....	»	»	»	7	5	12	11	1	8	2	»	»	23	1128
Août.......	»	»	1	8	11	20	10	3	6	1	»	»	30	2670
Septembre.	»	»	1	7	2	10	25	8	12	5	»	»	35	2282
Totaux..	»	»	2	22	18	42	46	12	26	8	»	»	88	6080

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud. 90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Juillet......	»	1	»	12	4	17	22	3	13	4	2	»	39	50,5
Août.......	»	»	4	11	9	24	21	2	12	3	4	»	45	60,1
Septembre..	»	»	4	7	7	18	21	3	11	5	1	1	39	51,4
Totaux...	»	1	8	30	20	59	64	8	36	12	7	1	123	162,0

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les problèmes de variations qui correspondent aux droites de l'espace.* Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. G. Darboux.

« 1. La recherche des fonctions $y_1, y_2, \ldots, y_n$ de la variable x qui annulent la variation première de l'intégrale

$$I = \int f(x, y_1, y_2, \ldots, y_n, y'_1, y'_2, \ldots, y'_n)\, dx,$$

où $y'_1, y'_2, \ldots, y'_n$ sont les dérivées des fonctions y_i, se ramène à l'intégration des systèmes d'équations différentielles

$$(1) \qquad \frac{d}{dx}\left(\frac{\partial f}{\partial y'_i}\right) - \frac{\partial f}{\partial y_i} = 0.$$

» Si le nombre des fonctions inconnues y est égal seulement à 1, le système précédent se réduit à une seule équation du second ordre. Toute équation du second ordre

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \varphi\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right)$$

convient réciproquement à des problèmes de variations à deux variables

x, y, et si l'on sait intégrer l'équation du second ordre, la recherche de ces problèmes de variations se résout par une simple quadrature. C'est là le résultat établi par M. G. Darboux dans le tome III de ses *Leçons sur la Géométrie*, p. 59.

» Dans le cas d'un plus grand nombre de variables, il n'en est plus de même, ainsi qu'on va le constater par l'examen du cas particulier, où les équations (1) sont équivalentes aux équations

$$(2) \qquad \frac{d^2y_1}{dx^2} = 0, \qquad \frac{d^2y_2}{dx^2} = 0, \qquad \ldots, \qquad \frac{d^2y_n}{dx^2} = 0.$$

» Si $n = 2$, les équations (2) conviennent aux droites de l'espace (x, y_1, y_2 étant les coordonnées rectangulaires d'un point). En sorte que, dans ce cas, le problème que nous traitons consiste à trouver les problèmes de variation qui correspondent aux droites de l'espace. On peut, du reste, conserver la même locution pour n quelconque, à la condition d'adopter le langage conventionnel de la Géométrie à $(n+1)$ dimensions.

» Au lieu de conserver les variables $x, y_1, y_2, \ldots, y_n, y'_1, \ldots, y'_n$ dans la fonction f, adoptons les variables $x, y'_1, y'_2, \ldots, y'_n, u_1, u_2, \ldots, u_n$, où $u_i = y_i - xy'_i$. On constate sans peine que la condition nécessaire et suffisante pour que les équations (1) soient équivalentes aux équations (2) se traduit par les équations

$$(3) \qquad \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial F}{\partial y'_i} - x\frac{\partial F}{\partial u_i}\right) = \frac{\partial F}{\partial u_i},$$

en prenant f sous la forme

$$f = F(x, y'_1, \ldots, y'_n, u_1, \ldots, u_n).$$

» 2. Pour intégrer les équations (3), posons

$$(4) \qquad F = \frac{\partial \lambda}{\partial x},$$

nous trouverons, par un calcul qui n'offre aucune difficulté, que λ doit vérifier le système d'équations

$$(5) \qquad \frac{\partial \lambda}{\partial y'_i} - x\frac{\partial \lambda}{\partial u_i} = \alpha_i x + \beta_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Les quantités α_i, β_i sont des fonctions de $u_1, \ldots, u_n, y'_1, \ldots, y'_n$, mais sont indépendantes de x. En cherchant la condition pour que les équations (5) soient compatibles, on trouve que α_i, β_i ont les expressions

suivantes :

$$\alpha_i = \frac{\partial M}{\partial u_i}, \qquad \beta_i = \frac{\partial N}{\partial y'_i},$$

où M, N sont des fonctions des u et des y indépendants de x, telles qu'en posant $M + N = P$ on ait

$$(6) \qquad \frac{\partial^2 P}{\partial u_i \, \partial y'_k} = \frac{\partial^2 P}{\partial u_k \, \partial y'_i}.$$

» Alors, en posant $\rho = \lambda + M$, ce qui change l'équation (4) en

$$F = \frac{\partial \rho}{\partial x},$$

on trouve que ρ vérifie le système d'équations

$$(7) \qquad \frac{\partial \rho}{\partial y'_i} - x \frac{\partial \rho}{\partial u_i} = \frac{\partial P}{\partial y'_i}.$$

» Imaginons maintenant qu'on adopte de nouveau, au lieu des u, les variables y, en sorte que $\rho = \sigma(x, y_1, \ldots, y_n, y'_1, \ldots, y'_n)$, les dérivées $\frac{\partial P}{\partial y'_i}$ deviendront des fonctions $Q_i(x, y_1, y_2, \ldots, y_n, y'_1, \ldots, y'_n)$ et les équations (7) se réduisent à

$$(8) \qquad \frac{\partial \sigma}{\partial y'_i} = Q_i.$$

» Ces équations sont compatibles en vertu des formules (6) et donnent σ par une quadrature. Quant à la valeur $\frac{\partial \rho}{\partial x}$ de F, elle devient

$$(9) \qquad F = \frac{\partial \sigma}{\partial x} + y'_1 \frac{\partial \sigma}{\partial y_1} + y'_2 \frac{\partial \sigma}{\partial y_2} + \ldots + y'_n \frac{\partial \sigma}{\partial y_n}.$$

» Il suffira donc de connaître une solution des $\frac{n(n-1)}{2}$ équations (6) pour en déduire, par la quadrature équivalente au système (8), une fonction σ, laquelle à son tour donnera F par la formule (9).

» Si l'on cherche enfin la valeur de I qui correspond au choix des fonctions $y_1 \ldots y_n$ qui annulent δI, on trouve, eu égard à la formule (9), que I a l'expression suivante

$$(10) \qquad I = \sigma_{00} - \sigma_0,$$

où σ_0, σ_{00} sont les valeurs de σ aux deux limites de l'intégrale.

» Ainsi, dans le cas actuel, bien que l'on connaisse les intégrales des

équations (2), chaque solution du problème exige la connaissance d'une solution du système (6).

» 3. Dans le cas de $n = 2$, c'est-à-dire de l'espace à $n + 1 = 3$ dimensions, le système (6) se réduit à l'équation unique et bien connue

$$\frac{\partial^2 P}{\partial u_1 \partial y'_2} = \frac{\partial^2 P}{\partial y'_1 \partial u_2}. \tag{10}$$

» On ne sait pas intégrer de la façon la plus générale cette équation, mais on en possède des propriétés et des solutions particulières nombreuses. Ainsi, par exemple, la fonction $\frac{1}{R}$ où R est la fonction

$$R = (u_1 - a_1)(y'_2 - b_2) - (u_1 - a_2)(y'_1 - b_1)$$

dépendant des constantes a_1, a_2, b_1, b_2. De la solution $\frac{1}{R}$ on peut déduire, comme on fait pour le potentiel, des solutions représentées par des intégrales définies simples, doubles, multiples ou quadruples. On en conclut pour f des expressions analogues représentées par des intégrales du même genre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommation des séries divergentes.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Darboux.

« Soit

$$\varphi(a) = c_0 + c_1 a + c_2 a^2 + \ldots + c_n a^n + \ldots$$

une fonction entière telle que, lorsque a augmente indéfiniment par valeurs (réelles) positives, $\frac{\varphi(a)}{a^n}$ augmente indéfiniment quel que soit n. Soit, d'autre part,

$$u_0 + u_1 + u_2 + \ldots \tag{u}$$

une série convergente ou divergente et s_n la somme de ses n premiers termes. Nous poserons

$$\theta(a) = \frac{1}{\varphi(a)}(c_0 s_0 + c_1 a s_1 + c_2 a^2 s_2 + \ldots + c_n a^m s_n + \ldots).$$

» Si la série $\theta(a)$ est convergente quelle que soit la valeur positive de a et si sa somme tend vers une limite, lorsque a augmente indéfiniment par valeurs positives, la série (u) sera dite *sommable* et cette limite sera dite

sa somme. On s'assure aisément que cette définition coïncide avec la définition usuelle, lorsque la série (u) est convergente.

» Comme notre définition dépend, en apparence du moins, du choix de $\varphi(a)$, nous supposerons dans ce qui suit, pour plus de netteté, $\varphi(a) = e^a$.

» Supposons maintenant que les termes de la série (u) soient des fonctions d'une variable (¹) complexe z, holomorphes dans un certain domaine D. La série (u) sera dite *uniformément sommable* dans ce domaine, si d'abord, pour toute valeur de a, la série $\theta(a)$ dont les termes sont des fonctions de z, est uniformément convergente dans D et si, de plus, la somme $\theta(a, z)$ de cette série tend uniformément vers une limite $F(z)$, lorsque a augmente indéfiniment. On a donc

$$F(z) = \theta(0, z) + \sum_{n=0}^{\infty} [\theta(n+1, z) - \theta(n, z)],$$

cette série étant uniformément convergente dans D.

» Il est dès lors à peu près évident, et d'ailleurs facile à démontrer en toute rigueur, que :

» *Si les termes d'une série sont des fonctions holomorphes dans un domaine* D *d'un seul tenant, et si la série est uniformément sommable dans ce domaine, sa somme* F *est homolorphe dans* D.

» Supposons, de plus, que, dans une portion D′ du domaine D, la série soit uniformément convergente; elle représente dans D′ une fonction analytique, qui, d'après ce que nous avons observé, y coïncide avec F. Comme la fonction F est holomorphe dans D, nous voyons que :

» *La somme* F *d'une série uniformément sommable dans un domaine* D *d'un seul tenant est, lorsque la série est uniformément convergente dans une portion* D′ *de* D, *le prolongement analytique dans* D *de la fonction que la série représente dans* D′.

» Considérons, *par exemple*, la série

$$x\Gamma(x) = A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + \dots.$$

» On démontre assez aisément qu'elle est uniformément sommable dans tout le domaine formé des valeurs de x, dont la partie réelle est supérieure à un nombre fixe quelconque k supérieur à *moins un*.

» Dès lors, pour une valeur quelconque de x satisfaisant à cette condi-

---

(¹) Nous prenons *une seule variable* uniquement pour simplifier le langage.

tion, *la connaissance des valeurs numériques des termes de la série permettra de calculer la valeur numérique de la fonction.* Ce qui distingue très nettement ce résultat du procédé de calcul par prolongements analytiques successifs et aussi de résultats très intéressants sur les séries divergentes dus à M. Padé (*Acta mathematica,* t. XVIII), c'est que, lorsqu'on s'est assuré de la possibilité de la sommation d'une série divergente pour une valeur de x, on n'a à faire usage, pour effectuer cette sommation, que *de la valeur numérique des termes,* et le procédé employé est indépendant, tant de la valeur de x, que de la nature de la fonction et de son développement analytique.

» Signalons, en terminant, que le domaine de sommation uniforme dépend, en général, du choix de la fonction $\varphi(a)$; l'étude approfondie de cette remarque conduirait sans doute à ce résultat que, en choisissant convenablement $\varphi(a)$, on peut arriver à sommer une série de fonctions en tout point A donné à l'avance, et pouvant être réuni par un domaine d'un seul tenant, dans lequel les termes de la série sont holomorphes, à une région dans laquelle la série est uniformément convergente. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le théorème de Taylor transforme.* Note de M. **N.-U. Bougaief**, présentée par M. Darboux.

« En désignant par α_1 et ω_1 les valeurs de la première approximation et de la première erreur de la racine de l'équation

$$(1) \qquad f(\alpha) = 0,$$

nous avons la relation suivante

$$(2) \qquad \alpha = \alpha_1 - \frac{f(\alpha_1)}{f'(\alpha_1)} - \frac{f''(\alpha_1 + \theta\omega_1)}{1.2.f'(\alpha_1)}\omega_1^2.$$

» Désignons par $\phi(\alpha)$ la fonction inverse de la fonction $\psi(\alpha)$.

» En appliquant la formule (2) à l'équation

$$(3) \qquad \phi(\alpha) = x + h,$$

nous avons la relation suivante

$$(4) \qquad \alpha = \psi(x+h) = \alpha_1 - \frac{\phi(\alpha_1) - (x+h)}{\phi'(\alpha_1)} - \frac{\omega_1^2}{1.2}\frac{\phi''(\alpha_1 + \theta\omega_1)}{\phi'(\alpha_1)}.$$

» Le théorème de Taylor nous donne

$$(5)\quad \begin{cases} \psi(x+h) = \psi(x) + h\psi'(x) + \ldots \\ \qquad + \dfrac{h^n}{1.2\ldots n}\psi^{(n)}(x) + \dfrac{h^{n-1}}{1.2\ldots n+1}\psi^{(n+1)}(x+\theta_1 h). \end{cases}$$

» Si nous posons que α_1 et ω_1 dans la relation (4) sont exprimées par les formules

$$\alpha_1 = \psi(x) + h\psi'(x) + \ldots + \frac{h^n}{1.2\ldots n}\psi^{(n)}(x),$$
$$\omega_1 = \frac{h^{n+1}}{1.2\ldots n+1}\psi^{(n+1)}(x+\theta_1 h),$$

alors la formule (4) nous donne la série

$$(6)\quad \begin{cases} \psi(x+h) = \alpha_2 + \omega_2 = \psi(x) + h\psi'(x) + \ldots + \dfrac{h^n}{1.2\ldots n}\psi^{(n)}(x) \\ \qquad + \dfrac{\varphi\left[\psi x + h\psi' x + \ldots + \dfrac{h^n}{1.2\ldots n}\psi^{(n)}(x)\right] - (x+h)}{\varphi'\left[\psi x + h\psi' x + \ldots + \dfrac{h^n}{1.2\ldots n}\psi^{(n)}(x)\right]} + \omega_2, \end{cases}$$

où

$$\omega_2 = PQ,$$
$$P = -\frac{h^{2n+2}}{1.2.(1.2\ldots n+1)^2}\left[\psi^{(n+1)}(x+\theta_1 h)\right]^2,$$
$$Q = \frac{\varphi''\left[\psi x + h\psi' x + \ldots + \dfrac{h^n}{1.2\ldots n}\psi^{(n)}(x) + \dfrac{\theta h^{n+1}}{1.2\ldots(n+1)}\psi^{(n+1)}(x+\theta_1 h)\right]}{\varphi'\left[\psi x + h\psi' x + \ldots + \dfrac{h^n}{1.2\ldots n}\psi^{(n)}(x)\right]}.$$

» Les quantités θ et θ_1 prennent des valeurs entre les limites 0 et 1.

» La formule (6) donne le théorème de Taylor sous une forme nouvelle. Si nous désignons la formule (5) comme théorème de Taylor avec l'approximation du premier degré, la formule (6) donne le théorème de Taylor avec l'approximation du second degré.

» Le reste ω_2 est une quantité qui dépend de h^{2n+2}.

» La série de Maclaurin prend la forme

$$(7)\quad \begin{cases} \psi(x) = \psi(0) + x\psi'(0) + \ldots + \dfrac{x^n}{1.2\ldots n}\psi^{(n)}(0) \\ \qquad - \dfrac{\varphi\left[\psi 0 + x\psi' 0 + \ldots + \dfrac{x^n}{1.2\ldots n}\psi^n(0) - x\right]}{\varphi'\left[\psi 0 + x\psi' 0 + \ldots + \dfrac{x^n}{1.2\ldots n}\psi^{(n)}(0)\right]} + \omega_2, \end{cases}$$

où

$$\omega_2 = PQ,$$
$$P = -\frac{x^{2n+2}}{1.2[1.2\ldots(n+1)]^2}[\psi^{(n+1)}(\theta_1 x)]^2,$$
$$Q = \frac{\psi''\left[\psi 0 + x\psi' 0 + \ldots + \frac{x^n}{1.2\ldots n}\psi^n(0) + \frac{\theta x^{n+1}\psi^{(n+1)}(\theta_1 x)}{1.2\ldots(n+1)}\right]}{\psi'\left[\psi 0 + x\psi'(0) + \ldots + \frac{x^n}{1.2\ldots n}\psi^{(n)}(0)\right]}. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur les variétés unicursales à trois dimensions.* Note de M. **Autonne**, présentée par M. Jordan (¹).

« Considérons maintenant dans le plan des $\sigma\tau$ un point u qui soit ou bien un point fixe du système des courbes planes

$$\sum c_j p_j(\sigma, \tau, 1) = 0, \qquad c_j = \text{const. arbitr.},$$

ou bien un point commun à deux ou plusieurs courbes $p(\sigma, \tau, 1) = 0$, $p'(\sigma, \tau, 1) = 0$, ..., ou bien sur chacune des courbes $p = 0$, $p' = 0$, ..., un des points exceptionnels qui viennent d'être signalés.

» Les points u sont toujours en nombre fini. Une transformation rationnelle S_u des xyz, afférente au point u, transforme la surface Γ_c en une autre Γ'_c

$$\sum_j c_j f'_j = 0,$$

sur laquelle le fondamental ω a le degré m' de multiplicité avec $m' \leq m$.

» On opérera sur les polynomes f'_j comme sur les f_j; s'il existe encore des points u, on fera intervenir une nouvelle transformation S, et ainsi de suite.

» Si le degré m de multiplicité de ω ne s'abaisse pas par l'effet d'une transformation S, cette particularité ne pourra se rencontrer que pour un nombre fini et limité de transformations successives.

» Ainsi, après un nombre fini et limité d'opérations, après avoir construit un nombre fini de $\mathfrak{G}_1$ ou $\mathfrak{G}_2$, on finira, au pis-aller, par obtenir une surface Γ_c sur laquelle ω sera un point simple.

(¹) Voir *Comptes rendus*, 9 décembre 1895.

» Soit alors (x, y et z étant de nouvelles variables)

$$\rho\xi_j = f_j(x, y, z).$$

» Un théorème bien connu de M. Weierstrass permet, au point de vue des recherches qui nous occupent, de remplacer le polynome f_j par l'expression

$$z\mathrm{K}_j + h_j(x, y), \qquad h_j(0, 0) = 0,$$

$\mathrm{K}_j =$ const., h_j développement holomorphe.

» Une dernière $\mathfrak{G}_2$ est alors le cône ayant pour sommet le point K, de coordonnées K_j, et pour directrice l'ensemble des fondamentales fournies par le cas à deux variables

$$\rho\xi_j = h_j(x, y).$$

» J'ai trouvé aussi quel itinéraire $\mathfrak{W}$ doit suivre le point ζ pour que ξ tende vers un point donné d'une $\mathfrak{G}_2$ ou $\mathfrak{G}_1$ donnée. Par exemple, si $\mathfrak{W}$ est la courbe

$$x = z(\sigma + \ldots), \qquad y = z(\tau + \ldots)$$

avec $\mathrm{P}(\sigma, \tau, 1) \neq 0$ et une au moins des $p_j(\sigma, \tau, 1) \neq 0$, ζ tend vers un point de la $\mathfrak{G}_2$ fournie par la formule (1). Si $p(\sigma, \tau, 1) = 0$, ζ tend vers un point de la $\mathfrak{G}_2$ fournie par la formule (2), etc., etc.

» Disons qu'un point fondamental est un *zénith*, si son image comprend au moins une $\mathfrak{G}_2$; un *nadir*, si son image ne comprend rien que des $\mathfrak{G}_1$.

» Alors *les zéniths sont toujours en nombre fini;* en d'autres termes, si Γ_c a une courbe fixe g, un *quelconque* des ∞ points de g est un nadir.

» Rien n'est à changer aux propositions ci-dessus (sauf en ce qui concerne le nombre fini des zéniths) lorsque les f_j ne sont plus des polynomes, mais des développements holomorphes avec $f_j(0, 0, 0) = 0$.

» J'ai donc résolu le problème proposé relativement aux variétés à trois dimensions, non seulement unicursales, mais aussi *algébriques.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelles propriétés des rayons cathodiques.* Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. Lippmann.

« I. On a imaginé deux hypothèses pour expliquer les propriétés des rayons cathodiques.

» Les uns, avec Goldstein, Hertz ou Lenard, pensent que ce phéno-

mène est dû, comme la lumière, à des vibrations de l'éther (¹), ou même que c'est une lumière, à courte longueur d'onde. On conçoit bien alors que ces rayons aient une trajectoire rectiligne, excitent la phosphorescence, et impressionnent les plaques photographiques.

» D'autres, avec Crookes ou J.-J. Thomson, pensent que ces rayons sont formés par de la matière chargée négativement et cheminant avec une grande vitesse. Et l'on conçoit alors très bien leurs propriétés mécaniques, ainsi que la façon dont ils s'incurvent dans un champ magnétique.

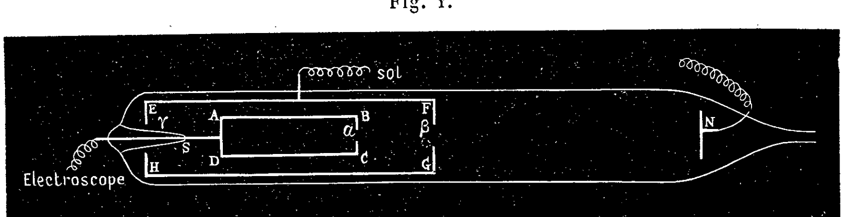
» Cette dernière hypothèse m'a suggéré quelques expériences que je vais résumer sans m'inquiéter, pour le moment, de rechercher si elle rend compte de tous les faits jusqu'à présent connus, et si elle peut seule en rendre compte.

» Ses partisans admettent que les rayons cathodiques sont chargés négativement; à ma connaissance, on n'a pas constaté cette électrisation; j'ai d'abord tenté de vérifier si elle existe, ou non.

» II. Pour cela, j'ai fait appel aux lois de l'influence, qui permettent de constater l'introduction de charges électriques à l'intérieur d'une enceinte conductrice close, et de les mesurer. J'ai donc fait pénétrer des rayons cathodiques dans un cylindre de Faraday.

» A cet effet, j'ai employé le tube à vide représenté par la *fig.* 1.

Fig. 1.



» ABCD est un cylindre métallique fermé de toutes parts, sauf une petite ouverture α au centre de la face BC. C'est lui qui jouera le rôle de cylindre de Faraday. Un fil métallique, soudé en S à la paroi du tube, fait communiquer ce cylindre avec un électroscope.

» EFGH est un deuxième cylindre métallique, *en communication permanente avec le sol,* et percé seulement de deux petites ouvertures en β et γ. Il protège le cylindre de Faraday contre toute influence extérieure.

» Enfin, à $0^m,10$ environ en avant de FG, se trouve une électrode N.

(¹) Ces vibrations pourraient être autre chose que de la lumière : récemment, M. Jaumann, dont les hypothèses ont été depuis critiquées par M. H. Poincaré, les supposait longitudinales.

» L'électrode N servait de cathode; l'anode était formée par le cylindre protecteur EFGH : un pinceau de rayons cathodiques pénétrait alors dans le cylindre de Faraday. Invariablement, ce cylindre se chargeait d'électricité négative.

» Le tube à vide pouvait être placé entre les pôles d'un électro-aimant.

» Quand on excitait ce dernier, les rayons cathodiques, déviés, n'entraient plus dans le cylindre de Faraday : alors ce cylindre ne se chargeait pas; il se chargeait aussitôt qu'on cessait d'exciter l'électro-aimant ([1]).

» Bref, le cylindre de Faraday se charge négativement quand les rayons cathodiques y pénètrent, et seulement quand ils y pénètrent : *les rayons cathodiques sont donc chargés d'électricité négative*.

» On peut mesurer la quantité d'électricité que débitent ces rayons. Je n'ai pas terminé cette étude, mais je donnerai une idée de l'ordre de grandeur des charges obtenues en disant que pour un de mes tubes, à une pression mesurée par 20 microns de mercure, et pour une seule interruption du primaire de la bobine, le cylindre de Faraday recevait assez d'électricité pour porter à 300 volts une capacité de 600 unités C.G.S.

» III. Les rayons cathodiques étant chargés négativement, le principe de la conservation de l'électricité porte à rechercher quelque part les charges positives correspondantes. Je crois les avoir trouvées dans la région même où se forment les rayons cathodiques, et avoir constaté qu'elles cheminent en sens inverse, en se précipitant sur la cathode.

» Pour vérifier cette hypothèse, il suffit d'employer une cathode creuse, et percée d'une petite ouverture par laquelle puisse entrer une partie de l'électricité positive attirée. Cette électricité pourra alors agir sur un cylindre de Faraday intérieur à la cathode.

» Le cylindre protecteur EFGH, avec son ouverture β, remplit ces conditions; je l'ai donc employé, cette fois, comme cathode, l'électrode N étant anode.

» Le cylindre de Faraday s'est alors invariablement chargé d'*électricité positive*.

» Les charges positives étaient de l'ordre de grandeur des charges négatives précédemment obtenues.

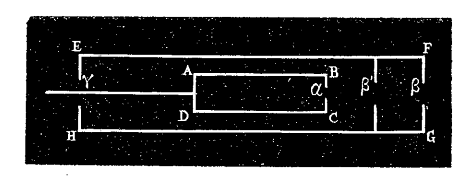
» Ainsi, en même temps que de l'électricité négative est *rayonnée* à partir de la cathode, de l'électricité positive chemine vers cette cathode.

([1]) Toutes ces expériences réussissaient indifféremment avec une bobine d'induction ou avec une machine Wimshurst.

J'ai recherché si ce flux positif formait un deuxième système de rayons absolument symétrique au premier.

» IV. Pour cela j'ai construit un tube analogue au précédent (*fig.* 2), à ceci près que, entre le cylindre de Faraday et l'ouverture β, se trouve un diaphragme métallique percé d'une ouverture β′, en sorte que l'électricité

Fig. 2.



positive entrée par β ne puisse agir sur le cylindre de Faraday que si elle traverse aussi le diaphragme β′. Puis j'ai répété les expériences précédentes.

» N étant cathode, les rayons cathodiques émis traversent sans difficulté les deux ouvertures β et β′ et font diverger fortement les feuilles d'or de l'électroscope. Mais, quand le cylindre protecteur est cathode, le flux positif qui, d'après l'expérience précédente, pénètre par β, ne réussit pas à séparer les feuilles d'or, sauf aux très basses pressions. En substituant un électromètre à l'électroscope, on voit que l'action du flux positif est réelle mais très faible, et croît lorsque la pression décroît. Dans une série d'expériences, à une pression de 20^{μ}, elle portait à 10 volts une capacité de 2000 unités C. G. S.; et à une pression de 3^{μ}, pendant le même temps, elle la portait à 60 volts (1).

» *On pouvait, au moyen d'un aimant, supprimer totalement cette action.*

» V. L'ensemble de ces résultats ne paraît pas facilement conciliable avec la théorie qui fait des rayons cathodiques une lumière ultra-violette. Ils s'accordent bien au contraire avec la théorie qui en fait un rayonnement matériel et qu'on pourrait, me semble-t-il, énoncer actuellement ainsi :

» Au voisinage de la cathode, le champ électrique est assez intense pour briser en morceaux, *en ions,* certaines des molécules du gaz restant. Les ions négatifs partent vers la région où le potentiel croît, acquièrent une vitesse considérable et forment les rayons cathodiques; leur charge électrique et, par suite, leur masse (à raison d'une valence-gramme pour 100000 coulombs) est facilement mesurable. Les ions positifs se meuvent

---

(1) La rupture du tube m'a, provisoirement, empêché d'étudier le phénomène à des pressions plus faibles.

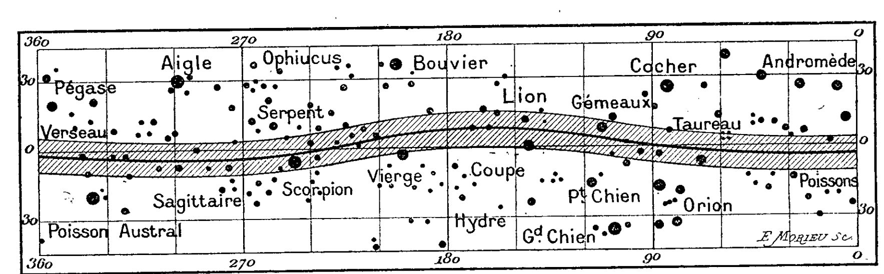
en sens inverse; ils forment une houppe diffuse, sensible à l'aimant, et pas de rayonnement proprement dit (¹).

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations de la lumière zodiacale, faites à l'observatoire du Pic du Midi.* Note de M. **Em. Marchand**, présentée par M. Mascart.

« Au Pic du Midi, la lumière zodiacale est visible toutes les nuits, quelle que soit la saison, pourvu que le ciel soit clair, que l'atmosphère ait la transparence normale que comportent la situation et l'altitude de l'observatoire, et qu'enfin la Lune ne soit pas au-dessus de l'horizon. Nous l'avons observée souvent, depuis la fin de 1892, et un fait important se dégage nettement de l'ensemble de nos observations : c'est que la lumière zodiacale ne consiste pas seulement en cette lueur fusiforme qu'on aperçoit à l'horizon, du côté du Soleil, après le coucher ou avant le lever de cet astre, mais encore *en une faible traînée lumineuse, dégradée sur les bords, qui, dans le prolongement de l'axe du fuseau lumineux visible à l'horizon, fait le tour entier de la sphère céleste, sensiblement suivant un grand cercle.*

» Quelques rares observateurs avaient déjà signalé l'existence de cette traînée lumineuse, à l'opposé même du Soleil; mais, jusqu'ici, ces observations n'avaient pas, croyons-nous, un caractère de certitude absolue. Or, au Pic du Midi, nous avons pu, un grand nombre de fois, nous assurer de l'existence de cette lueur et même en tracer les limites, sur des cartes célestes, avec une assez grande précision.

» Nous avons ensuite reporté, sur une même carte, toutes les limites



Lumière zodiacale et constellations zodiacales rapportées à l'écliptique.

ainsi déterminées à diverses époques de l'année, pendant trois ans. Cela

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de l'École Normale et au laboratoire de M. Pellat, à la Sorbonne.

nous a permis de tracer, à travers la sphère céleste entière, la position moyenne de la zone lumineuse qui constitue la lumière zodiacale : la carte que nous mettons sous les yeux de l'Académie (et dans laquelle les constellations sont rapportées à l'écliptique, suivant une projection cylindrique) donne cette position moyenne.

» La lumière zodiacale a une largeur moyenne d'environ 14°, et, si l'on examine la forme et la situation de cette zone, on vérifie immédiatement que *cet axe est très voisin d'un grand cercle qui aurait une inclinaison de* 6° *à* 7° *sur l'écliptique avec une longitude de* 70° *pour le nœud ascendant, et de* 180° + 70° *pour le nœud descendant.*

En effet, les nœuds réels de l'axe tracé sur la carte sont aux longitudes 85° et 180° + 55°, et les points extrêmes de la sinusoïde qui le représente en projection cylindrique sont aux latitudes + 7° et − 6°.

» Il reste naturellement un peu d'incertitude sur la position exacte de cet axe moyen, à cause de la dégradation de la lumière sur les bords de la zone; nos observations ultérieures achèveront de le déterminer, mais on peut, dès maintenant, énoncer le fait suivant :

» *L'axe de la lumière zodiacale coïncide sensiblement avec la trace du plan de l'équateur solaire.*

» On sait, en effet, que ce plan a une inclinaison de 7° sur l'écliptique et que son nœud ascendant a une longitude voisine de 74°.

» Il résulte de ce qui précède que la matière cosmique très diluée, à laquelle on doit vraisemblablement attribuer la lueur zodiacale, s'étend autour du Soleil *bien au delà de l'orbite terrestre,* et qu'elle doit avoir la forme d'un ellipsoïde de révolution très aplati dont le plan équatorial n'est autre que celui de l'équateur solaire.

» Mais si cet ellipsoïde ne s'étend pas à une distance *très grande* au delà de la Terre, il doit y avoir, dans le cours de l'année, un certain déplacement de la zone lumineuse sur la sphère céleste, un effet de parallaxe résultant de ce que la Terre passe, alternativement, d'un côté à l'autre du plan équatorial de l'ellipsoïde.

» Nos observations des diverses époques de l'année, comparées au tracé moyen déduit de leur ensemble, semblent, en effet, mettre en évidence un très léger déplacement de ce genre ; toutefois ce point demande de nouvelles observations.

» L'intensité de la lumière zodiacale, dans la partie opposée au Soleil, est notablement plus faible que celle de la voie lactée dans ses parties les moins brillantes. A mesure que la zone se rapproche du point où se trouve

le Soleil, elle devient plus lumineuse ; mais cet accroissement d'éclat n'est pas aussi continu qu'il devrait l'être s'il ne résultait que de la variation de l'épaisseur suivant laquelle nous voyons la matière cosmique. Même au Pic du Midi, nous apercevons, du côté du Soleil, une partie fusiforme beaucoup plus lumineuse que le reste de la zone : il faut en conclure qu'il y a, au voisinage du Soleil, une condensation beaucoup plus grande de la matière cosmique.

» La largeur de ce fuseau, à sa base, près de l'horizon, semble généralement plus grande que celle de la zone qui traverse le ciel ; mais c'est là, probablement, un effet de perspective céleste analogue à l'agrandissement des constellations au voisinage de l'horizon. Quant à la pointe du fuseau, elle nous a paru, en général, très vaguement délimitée ; le plus souvent nous avons vu l'extrémité supérieure de la lueur plus vive se fondre à la zone générale ; et la forme même du fuseau nous semble résulter surtout de l'effet de perspective céleste rappelé plus haut.

» De nouvelles observations seront faites d'ailleurs et nous permettront sans doute de donner plus de précision à quelques-unes de nos conclusions. »

OPTIQUE. — *De la mesure des différences de marche dans la réfraction elliptique du quartz.* Note de M. G. QUESNEVILLE.

« Quels que soient le nombre et la nature des rayons qui, après avoir traversé un cristal, tombent sur un compensateur, si Σx, Σy représentent la somme des mouvements vibratoires incidents, et que le compensateur ait ses axes exactement dirigés suivant les axes des coordonnées, on aura, à la sortie du compensateur,

$$\Sigma x = A \sin(\omega t + \varphi), \qquad \Sigma y = B \sin(\omega t + \varphi').$$

» La frange centrale étant déplacée d'une fraction $\frac{p}{2}$ de demi-longueur d'onde λ, il suffit de déplacer la lame du compensateur parallèlement à l'axe des x, de la même fraction de demi-longueur d'onde qui augmente la phase de $2\varpi\frac{p}{2}$,

$$\Sigma x = A \sin\left[\omega t + (\varphi - \varphi') + 2\varpi\frac{p}{2}\right], \qquad \Sigma y = B \sin \omega t.$$

» En prenant

(1) $$\varphi' - \varphi = \varpi p,$$

le rayon, à la sortie, est polarisé rectilignement et, par suite, avec un analyseur, on retrouve la frange centrale aussi noire qu'avant l'expérience.

» C'est à l'aide de la formule (1) que l'on calcule les phases dites *observées* pour un cristal d'épaisseur e. En divisant par ϖ, on a la différence de marche en fraction de longueur d'onde, et en divisant par e, cette différence de marche d pour l'unité d'épaisseur, savoir :

$$d = \frac{\varphi' - \varphi}{\varpi e}. \tag{2}$$

» Telle est la méthode classique par laquelle on détermine les différences de marche de rayons qui, en tombant sur un compensateur, ont amené un déplacement de la frange centrale. Or, on peut s'étonner que Jamin (1) et tous ceux qui l'ont suivi, voulant vérifier la théorie d'Airy, n'aient pas comparé les nombres obtenus pour les différences de marche dans cette théorie à ceux que donnait la véritable formule *expérimentale* (2).

» L'erreur de Jamin a été de regarder la formule d'Airy comme une formule expérimentale, et de comparer aux nombres qu'il obtenait ainsi ceux tirés d'autres formules théoriques analogues à

$$d^2 = d_0^2 + \varphi^2,$$

dans lesquelles φ était la différence de marche des rayons sans pouvoir rotatoire d et d_0, la différence de marche suivant l'axe.

» La conséquence de cette erreur a été de laisser dans l'ombre un phénomène que nous allons déduire des propres observations de Jamin.

» Les différences de marche calculées dans la théorie d'Airy, dans les cas particuliers où Jamin s'était placé, l'ont été par la formule (p. 59),

$$\operatorname{tang}(\varphi' - \varphi) = \frac{1 - k^2}{1 + k^2} \operatorname{tang} \varpi d'. \tag{3}$$

Nous allons calculer, comme Jamin aurait dû le faire, avec ses propres nombres $(\varphi' - \varphi)$ par la formule (2), la véritable différence de marche *expérimentale* et comparer à ces nombres ceux purement *théoriques* déduits de la formule (3). Voici le Tableau que l'on peut dresser en divisant par e au lieu de $\frac{e}{\cos r}$, afin de rendre nos nombres comparables à ceux de Jamin (p. 66) :

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXX ; 1850.

Incidences.	(φ′ − φ).	Différence de marche d, formule (2).	formule (3) [1].	
0°.0′	0°.0′	0,000	0,000	($k=1$)
1.5	10.34	0,016	0,123	
2.0	24.17	0,036	0,121	
2.31	38.44	0,057	0,122	
3.11	51.49	0,077	0,123	
3.49	65.34	0,097	0,124	
4.27	79.19	0,118	0,128	
*5.15	90.00	0,133	0,133	
7.41	120.73	0,179	0,176	
9.50	161.81	0,239	0,248	
*11.12	180.00	0,266	0,266	
*13.59	270.00	0,400	0,400	
*16.15	360.00	0,533	0,533	
*18.16	450.00	0,666	0,666	
*20.1	540.00	0,800	0,800	
*21.40	630.00	0,933	0,933	
*23.15	720.00	1,066	1,066	

Il suffit de regarder ce Tableau pour reconnaître que la formule (3), déduite de la théorie d'Airy, est absolument fausse dans le voisinage de l'axe.

» En effet, par les différences de marche marquées d'un astérisque, on reconnaît, conformément à la formule bien connue (2), que les différences de marche sont proportionnelles à $(\varphi' - \varphi)$.

» Donc, si pour un angle d'incidence de 1°5′ la différence de marche donnée par le compensateur avait été de 0,123; elle serait devenue $\frac{720}{10,5} = 68$ fois plus grande pour une incidence de 23° 15′. Elle aurait donc été égale à $68 \times 0,123 = 8,364$ au lieu de 1,066.

» Mais la formule d'Airy devient indépendante de k : 1° pour tous les multiples $(\varphi' - \varphi)$ de $\frac{\pi}{2}$; 2° dès que l'on s'écarte de l'axe, k devenant rapidement très petit et, par suite, la formule (3) redevenant sensiblement égale à (2).

» Ainsi, alors que Jamin et tous les expérimentateurs avaient cru avoir déterminé les différences de marche *totales* des rayons elliptiques du quartz, nous voyons qu'il n'en est rien. Dans le quartz, les rayons circulaires ou elliptiques qui interfèrent se divisent en deux groupes.

---

[1] La formule (3) a été calculée par Jamin. Les nombres sont ceux dits *observés* par Jamin.

» Ceux qui, ayant des vitesses assez rapprochées pour que les mouvements vibratoires puissent être considérés comme superposés, ont pour résultante une vibration rectiligne. Ces rayons sont *sans action sur le compensateur*. Leur différence de marche ne peut être déterminée que par la rotation du plan primitif de polarisation.

» Les autres rayons qui, interférant à la manière ordinaire, engendrent des franges d'interférence, et dont la différence de marche est susceptible d'être mesurée par le compensateur. Or la différence de marche *totale* des rayons elliptiques étant pour 1^{mm} de quartz de 0,123 dans le voisinage de l'axe, et le compensateur n'indiquant en réalité que des différences de 0,016, 0,036, 0,057, il en résultait que les rayons elliptiques de l'entrée avaient traversé des épaisseurs e_1, e'_1, e''_1, comme les rayons de Fresnel l'épaisseur e, sans que les différences de marche correspondantes aient été révélées par le compensateur ou par la méthode des franges d'interférence. Pendant ces épaisseurs, les rayons elliptiques auraient donc dû être considérées comme présentant des différences de marche qui se mesuraient comme se mesure celle des rayons de Fresnel.

» Tel est le point important qui avait échappé à Jamin et à tous les expérimentateurs. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le déplacement spectral du maximum calorifique solaire*. Note de M. **Aymonnet**.

« Tandis que le maximum de lumière dans les spectres prismatiques est toujours dans le jaune, le maximum calorifique occupe une position qui varie avec l'époque et l'heure des observations, ainsi qu'avee le dispositif et la nature chimique des pièces du spectroscope.

» L'amplitude de l'oscillation de position, due aux changements d'état du Soleil, des espaces interplanétaires et atmosphériques, ne dépasse guère la valeur de l'intervalle compris entre B et C; mais l'amplitude de l'oscillation amenée par les modifications du système réfringent spectroscopique peut atteindre près de deux fois la distance qui sépare les raies A et D. Le Tableau suivant en donne une idée :

Observateurs.	Nature du prisme.	Position du maximum.	Distance de A à D.
Herschell......	Flint.	Dans l'obscur.	»
Englefield	»	»	»
Berard........	Crown.	Dans le rouge.	»

Observateurs.	Nature du prisme.	Position du maximum.	Distance de A à D.
Sebeck........	De verre plein d'eau.	Près de D.	»
Melloni.......	Sel gemme.	A 65′ de D.	41′
Desains........	Sel gemme.	66′, 2 — 63′ — 62′ de D.	41′
»	Flint.	108′ de D.	58′
»	Crown.	31′ de D.	30′
Langley.......	Flint $n_D = 1,5798$.	81′ de D.	53′
Aymonnet.....	Flint $n_D = 1,6264$.	73′ de D.	57′,5

» La position du maximum ne dépend pas seulement de la nature du prisme du spectroscope, mais encore de celles de toutes les autres pièces réfléchissant ou transmettant le rayonnement.

» Aussi, Melloni le premier fit remarquer : 1° qu'en plaçant des couches d'eau de plus en plus épaisses devant la fente de son spectroscope en sel gemme, on amenait le maximum calorifique, situé primitivement dans l'obscur à 65′ de D, jusqu'au commencement du vert; 2° qu'en remplaçant l'eau par du verre, les mêmes variations se produisaient, mais sur une échelle moindre; 3° que pendant ces déplacements la position du maximum lumineux restait constante.

» Nous avons vu que le contraste existant entre la fixité du maximum lumineux et la mobilité du maximum calorifique est principalement dû aux faits suivants :

» Le pouvoir absorbant de la vapeur d'eau pour le rayonnement solaire est considérable; la thermochrose de l'œil est presque identique à celle de l'eau; les rayons qui ont traversé quelques centimètres d'une substance, franchissent ensuite presque sans perte des couches considérables de cette substance.

» En partant des spectres prismatiques, on peut, comme l'a indiqué Mouton [1], déterminer avec une certaine approximation les spectres normaux correspondants. Ces déterminations sont sujettes à d'assez graves causes d'erreur, dont les principales sont, par ordre de valeur : la variation continuelle de l'intensité du rayonnement solaire; le défaut d'achromatisme des lentilles; la difficulté d'obtenir exactement $\frac{d\lambda}{d\delta}$, surtout pour les grandes longueurs d'onde; la multitude des bandes d'absorption sillonnant le spectre.

» Dans ces spectres normaux, on constate également les oscillations de

---

(1) Mouton, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXIX, p. 295.

position du maximum calorifique; elles ont les mêmes amplitudes que dans les spectres prismatiques; seulement, comme le montre le Tableau suivant, elles se présentent dans une partie plus réfrangible du spectre, entre B et E.

Observateurs.	Spectroscope.	λ.	I.	λ.	I.
Mouton ([1]), 28-29 juillet 1889, 2^h à 4^h	Lc, *f*, Lc*f*, P*f*, Lc*f*, *lv* $n_D = 1,6179$	B	81	$0^\mu,56$	100
		C	88	E	96
		D	98	F	88
Langley ([2]), juin 1882, vers midi..................	*f*, L*f*, P*f*, M*m* $n_D = 1,5798$	B	92	D	94
		$0^\mu,67$	100	E	78
		C	94	F	68
		$0^\mu,65$	100	»	»
Desains ([3]), 27 août 1883...	L*g*, *f*, L*g*, P*g* $n_D = 1,5366$	B	84	E	82
		C	91	F	59
		D	100	»	»
Aymonnet, 30 juin 1894, 9^h30 à 1^h..............	2Lc, *f*, Lc*f*, P*f*, Lc*f*, *lv*	B	75	E	100
		C	73	F	93
		D	90	»	»

» 100 représente l'intensité maxima, Lc, L*f*, L*g*, Lc*f* désignent les lentilles de crown, flint, sel gemme, crown-flint; *f* la fente spectroscopique; P*f*, P*g* les prismes de flint, de sel gemme; *lv* une lame de verre placée devant la pile; M*m* un miroir métallique concave.

» On remarquera que plus le spectroscope contient de crown et de verre, plus le maximum s'avance vers le violet. »

PHYSIQUE. — *Sur la production mécanique des températures extrêmes.* Note de M. **Ernest Solvay**, présentée par M. Cailletet.

« La liquéfaction de l'air par simples détentes successives indéfiniment répétées de l'air lui-même, réalisée par M. Linde, à Munich, appelle en ce moment l'attention. Ayant travaillé la question, je crois devoir présenter quelques considérations pouvant avoir de l'intérêt.

» Le principe n'est pas seulement applicable à la production des basses

---

(1) Mouton, *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 295.

(2) Langley, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIX, p. 535. D'après sa courbe.

(3) Desains, *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 687. D'après ses nombres.

températures allant jusqu'à celle de la liquéfaction du gaz traité, quel que soit du reste ce gaz, fût-il de l'hydrogène, il l'est aussi à la production des températures élevées, ainsi que je l'ai exposé dans les brevets que j'ai pris en divers pays en 1885-1887.

» J'ai démontré, à cette époque, que, *pour un gaz supposé parfait, le travail de compression, de même que le travail de détente, est constant pour chacune des compressions ou des détentes adiabatiques successives effectuées dans un même cylindre, entre les mêmes limites de pression et à des températures de plus en plus élevées ou de plus en plus basses.*

» En appelant T le travail de détente du poids π de gaz admis dans le cylindre à la température de t^o et T′ le travail de détente du poids π' de gaz admis dans le même cylindre, pour la détente suivante, à la température de t'^o résultant de la première, on a, θ et θ' étant les deux chutes de température résultant des détentes,

$$T = \pi \frac{c}{A} \theta, \qquad T' = \pi' \frac{c}{A} \theta'$$

(c est la chaleur spécifique sous volume constant du gaz employé et A l'équivalent calorifique de l'unité de travail).

» Or, entre π et π', entre θ et θ', on a les relations connues

$$\pi' = \pi \frac{273 + t}{273 + t'} \qquad \text{et} \qquad \theta' = \theta \frac{273 + t'}{273 + t},$$

qui montrent que

$$T' = \pi \frac{c}{A} \theta = T.$$

» Le travail de détente accompli par le gaz, entre les mêmes pressions, est donc le même pour toutes les détentes, quelle que soit la température initiale. Ce principe est évidemment applicable à des compressions successives.

» La compression produisant de la chaleur, de même que la détente produit du froid, il en résulte qu'une même quantité de chaleur, positive ou négative, se produit à chaque compression ou à chaque détente; et, si l'on fait usage d'un échangeur de température faisant passer méthodiquement et indéfiniment la chaleur positive ou négative du gaz comprimé ou dilaté sur le gaz allant à la compression ou à la dilatation suivante, on aboutit, par l'emploi des mêmes dispositifs, si l'on veut, aux températures extrêmes qui sont, d'un côté, celle de la fusion ignée des matériaux du compresseur, de l'autre, la liquéfaction du gaz traité.

» A l'époque où je m'occupais de ce problème, j'avais en vue la production industrielle des températures extrêmes et notamment la liquéfaction courante des gaz.

» Dans cette voie, fort du principe théorique ci-dessus qui servait de base à mon système, je crus devoir m'imposer comme limite les compressions pratiques couramment en usage dans l'industrie et ne voulus pas dépasser 5 atmosphères de pression, ni 15 chevaux de puissance pour arriver au résultat; de même, je ne crus pas devoir employer la détente sans travail, de réalisation beaucoup plus facile, mais de rendement beaucoup moindre : je ne fis qu'indiquer la possibilité de son application.

» Le maximum d'abaissement de la température auquel je réussis à arriver ainsi fut de $-95°$, les causes de déperdition du froid produit l'emportant ensuite sur la puissance de sa production. Je ne fis pas usage, et c'est un tort, des enveloppes vides d'air qui constituent le meilleur moyen connu de restreindre la déperdition et dont l'application à la Science frigorifique est due à M. Louis Cailletet.

» Je ne fis non plus aucune tentative dans le sens de la production des températures élevées, ayant jugé que celles-ci devaient devenir de plus en plus faciles à obtenir dans les meilleures conditions par l'emploi du courant électrique, plus facile à obtenir lui-même que la compression d'un gaz.

» Des circonstances indépendantes de ma volonté m'obligèrent à abandonner la poursuite de ce problème; je m'étais persuadé, au surplus, que la réalisation largement industrielle que j'avais en vue est liée à la production facile et intensive de la compression des gaz, autre problème dont la vraie solution est encore à rechercher. »

M. Cailletet ajoute les observations suivantes :

« Les intéressantes recherches de M. Solvay, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, m'autorisent à rappeler que, dès l'année 1877, les gaz regardés jusqu'alors comme *permanents* purent être liquéfiés par le seul fait de la détente.

» Il suffit, en effet, de comprimer de l'oxygène, de l'air atmosphérique ou même de l'hydrogène, pour voir apparaître, dans le tube de verre qui les renferme, un brouillard épais, signe certain du changement d'état, au moment même où ces gaz sont brusquement ramenés à la pression ambiante.

» Depuis l'époque de mes premières recherches, on a pu obtenir, au moyen du froid produit par la détente, de grandes masses d'oxygène et d'air liquides, qui peut-être deviendront des matières usuelles employées dans l'Industrie et dans la pratique des laboratoires.

» Grâce aux détentes successives qui ont l'avantage de ne pas limiter le froid obtenu, l'hydrogène pourra sans doute aussi être facilement ramené à l'état liquide, ce qui permettra de tenter de nombreuses recherches qui n'ont pu être abordées jusqu'à présent. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la combustion de l'acétylène*. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« L'importance qu'a prise l'acétylène, depuis que sa préparation par le carbure de calcium est devenue en quelque sorte industrielle, m'a engagé à entreprendre sur la combustion de ce gaz des recherches expérimentales semblables à celles que nous avions poursuivies autrefois, M. Mallard et moi, sur différents autres gaz combustibles.

» 1° *Réactions de combustion.* — Les mélanges de l'acétylène avec l'air renfermant une proportion de ce gaz inférieure à 7,74 pour 100 du volume total brûlent pour acide carbonique et eau, en donnant une flamme jaunâtre peu éclairante.

» Pour les proportions de ce gaz comprises entre 7,74 et 17,37 pour 100, la flamme est bleu pâle, avec une faible auréole jaunâtre; les produits de la combustion sont composés d'acide carbonique, oxyde de carbone, vapeur d'eau et hydrogène.

» Les proportions relatives de ces divers gaz sont régies, comme dans tous les cas semblables, par la formule d'équilibre connue

$$\frac{5000}{t+273} + \text{Log nép.}\,\frac{cc'}{c''c'''} = \text{const.},$$

obtenue en négligeant dans l'intégration la variation de la chaleur latente avec la température; c, c', c'', c''' sont les volumes relatifs de H^2O, CO, CO^2, H^2 contenus dans le mélange.

» La constante aurait pour valeur 5, si on la calcule en partant des données expérimentales que nous possédons sur les gazogènes, dans lesquels il se produit un phénomène d'équilibre semblable.

» On en déduit pour la température de 2300°, la relation, dont il sera fait usage plus loin,

$$\frac{cc'}{c''c''} = 10.$$

» Pour les proportions d'acétylène supérieures à 17,37 pour 100, il se produit des réactions incomplètes, donnant naissance à la fois à de l'oxyde de carbone, de l'hydrogène, du carbone libre et il reste de l'acétylène non brûlé. La précipitation du carbone sous forme de noir de fumée est très nette à partir de la teneur de 20 pour 100. La flamme devient alors lumineuse, d'une couleur rouge et de plus en plus fuligineuse, à mesure que la proportion de gaz combustible augmente. Il reste, après le passage de la flamme, un nuage noir opaque de carbone précipité.

» 2° *Limites d'inflammabilité.* — Pris en masse indéfinie, les seuls mélanges inflammables, c'est-à-dire dans lesquels l'inflammation mise en un point s'étende à toute la masse, sont ceux pour lesquels la proportion du gaz combustible est renfermée entre les deux limites extrêmes.

	Avec l'oxygène.	Avec l'air.
Limite inférieure d'inflammabilité.......	2,8 %	2,8 %
Limite supérieure d'inflammabilité......	93	65

» Dans les tubes, les limites se resserrent de plus en plus à mesure que le diamètre diminue.

» Aucun des mélanges combustibles de l'acétylène *avec l'air* ne peut laisser propager la flamme dans les tubes de $0^{mm},5$ de diamètre; dans les tubes de 1^{mm} les mélanges les plus combustibles peuvent seuls le faire.

» Le Tableau suivant résume les principaux résultats observés :

Diamètre des tubes.	Limite inférieure.	Limite supérieure.
mm 0,5	Néant.	
0,8	7,7 %	10 %
2	5	15
4	4,5	25
6	4	40
20	3,5	55
30	3,1	62
40	2,9	64

» 3° *Vitesse de propagation de la flamme.* — Les expériences ont été faites dans un tube de 40^{mm} de diamètre qui, d'après nos anciennes expériences sur le grisou, doit donner des vitesses très peu inférieures à celles que l'on observerait dans une masse indéfinie.

» Pour le mélange limite à 2,9 pour 100, la vitesse est de $0^{m},10$ par seconde; elle croît très rapidement jusqu'à la teneur de 8 pour 100 où elle atteint environ 5^{m}, con-

tinue ensuite à croître lentement jusqu'à 9 ou 10 pour 100 avec une valeur maxima de 6^m environ, puis se remet à décroître très rapidement jusqu'au voisinage de 22 pour 100 où elle n'est plus que de $0^m,40$ et, enfin, continue à décroître lentement jusqu'au mélange limite à 64 pour 100 dont la vitesse est de $0^m,05$ par seconde.

» La forme de la courbe des vitesses, à laquelle conduisent ces nombres, est toute différente de celle des gaz combustibles que nous avions étudiés précédemment. On n'observe pas avec le grisou, par exemple, la dernière période à variation très lente des vitesses qui correspond pour l'acétylène au dépôt de carbone.

» Le maximum de vitesse est obtenue avec un mélange renfermant un excès de gaz combustible par rapport à l'oxygène disponible. Ce résultat est semblable à ceux que donnent les autres gaz combustibles.

» 4° *Température d'inflammation.* — La température d'inflammation de ce gaz est voisine de 480°, c'est-à-dire beaucoup plus basse que celle des autres gaz combustibles, qui est, pour la plupart, voisine de 600°.

» On enflamme très facilement les mélanges explosifs d'acétylène, enfermés dans des tubes en verre, en chauffant quelques instants ces tubes sur une lampe à alcool. L'explosion se produit bien avant le commencement du ramollissement du verre.

» 5° *Température de combustion.* — On peut aisément calculer la température de combustion des mélanges d'acétylène avec l'air, en partant des chaleurs spécifiques des corps gazeux que nous avons, M. Mallard et moi, déduites de nos expériences sur les gaz combustibles.

» On trouve ainsi, en faisant abstraction de la dissociation :

Mélange : 7,74 pour 100 de C^2H^2 .... $t = 2420$.

D'après la réaction admise,

$$C^2H^2 + 2,5\,O^2 + 9,4\,Az^2 = 2\,CO^2 + H^2O + 9,4\,Az^2$$

Mélange : 12,2 pour 100 de C^2H^2 .... $t = 2260$.

En calculant la réaction d'après les conditions d'équilibre rappelées plus haut,

$$C^2H^2 + 1,5\,O^2 + 5,65\,Az^2 = \tfrac{4}{6}(2\,CO + H^2O)\,\tfrac{2}{6}(CO^2 + H^2) + 5,65\,Az^2$$

Mélange : 17,37 pour 100 de C^2H^2 .... $t = 2100$.

D'après la réaction admise,

$$C^2H^2 + O^2 + 3,75\,Az^2 = 2\,CO + H^2 + 3,75\,Az^2.$$

» L'acétylène en brûlant donne donc, en raison de sa constitution

endothermique, une température beaucoup plus élevée que les autres gaz combustibles dont la température de combustion est voisine de 2000°.

» Brûlé avec son volume d'oxygène, il donnerait une température de 4000°, supérieure de 1000°, par conséquent, à la flamme du mélange oxhydrique, avec des produits de combustion entièrement formés d'oxyde de carbone et d'hydrogène, c'est-à-dire de gaz réducteurs. Cette double propriété rendra très précieux, pour les laboratoires, l'emploi de l'acétylène, soit dans le chalumeau à gaz tonnant pour la production des températures élevées, soit dans les brûleurs à air ordinaire pour l'analyse spectrale. »

CHIMIE. — *Sur la fixation de l'azote par les métaux alcalino-terreux.* Note de M. L. **Maquenne**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Dans le cours de mes recherches sur les métaux alcalino-terreux ([1]), j'ai appelé l'attention sur deux propriétés nouvelles et particulièrement curieuses de ces corps, à savoir la faculté qu'ils possèdent de donner directement, avec le carbone et avec l'azote, des combinaisons définies. C'est en m'appuyant sur elles que j'ai obtenu, le premier, les azotures alcalino-terreux, de formule générale Az^2M^3, dont l'un, l'azoture de baryum, a été préparé à l'état pur et cristallisé, ainsi que les carbures bruts de baryum et de calcium, avec lesquels j'ai pu, pour la première fois, obtenir aisément de grandes quantités d'acétylène.

» L'affinité remarquable de ces métaux pour l'azote semblait devoir les mettre en tête des absorbants de ce gaz; aussi ai-je été surpris de voir que, jusqu'à présent, ils n'ont été utilisés par aucun des nombreux expérimentateurs qui s'occupent de la préparation pratique de l'argon.

» C'est cet oubli, et surtout les publications récentes de MM. Limb ([2]) et Rossel ([3]), qui m'obligent à revenir aujourd'hui sur une question que j'avais abandonnée depuis longtemps.

» A part le lithium, qui a été étudié spécialement à ce point de vue par M. Ouvrard, et qui n'a contre lui que sa rareté, il n'existe certainement pas de corps qui fixe l'azote aussi rapidement et aussi complètement que

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 25, 220 et 361; t. CXV, p. 568. — *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVIII, p. 257, et t. XXIX, p. 215.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 887.

([3]) *Ibid.*, t. CXXI, p. 941.

les métaux alcalino-terreux, à la température du rouge sombre, et, comme rien n'est plus facile que d'obtenir instantanément des mélanges renfermant jusqu'à 50 pour 100 de calcium ou 75 pour 100 de baryum, à l'état de division extrême et, par conséquent, des plus aptes à réagir sur les gaz, je n'hésite pas à les considérer comme les absorbants les plus pratiques et surtout les plus économiques de l'azote.

» A l'appui de cette assertion, je citerai seulement l'expérience suivante, qui constitue une très belle expérience de cours :

» Dans un tube bouché en verre vert, de 25^{cm} environ de longueur, disposé horizontalement sur un support et muni d'un tube manométrique, plongeant dans le mercure, on introduit quelques grammes d'un mélange de magnésium et de chaux pure en poudre, que l'on chauffe au rouge sombre avec un simple brûleur de Bunsen. Au bout de quelques instants, le calcium mis en liberté commence à absorber l'air intérieur, et le mercure monte avec rapidité, jusqu'à atteindre, en cinq minutes à peine, la hauteur de 70^{cm} et même 73^{cm}. Il est vraisemblable que le faible résidu non absorbé est alors formé d'argon presque pur et que, par suite, cette méthode se prêterait particulièrement bien à la préparation de ce gaz.

» Si, dans une ampoule soufflée en un point quelconque du tube, on dispose à l'avance un fragment de phosphore, le même appareil peut servir à montrer successivement l'absorption de l'oxygène et celle de l'azote.

» Il se forme ainsi de l'azoture de calcium qui, au contact de l'eau, dégage de l'ammoniaque en abondance.

» La baryte peut remplacer la chaux, mais elle donne généralement des absorptions moins complètes.

» C'est évidemment un phénomène de ce genre qui s'est produit dans l'expérience de M. Rossel (*loc. cit.*), où le carbure de calcium peut être remplacé, d'ailleurs, par tout autre composé alcalino-terreux, transformable au rouge en oxyde ou en carbonate. »

CHIMIE. — *Sur le titane cristallisé et les combinaisons de titane et de silicium.* Note de M. Lucien Lévy, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note sur le titane [1], j'ai étudié l'action du chlorure de titane sur certains corps tels que le bore, l'aluminium, le silicium, etc. Les

[1] *Comptes rendus*, 1890.

diverses expériences ont donné des cristaux d'aspect identique que j'ai décrits, autant du moins que la chose était possible, à cause des petits rendements de leurs préparations.

» Avec le silicium, qui est le corps donnant le plus de cristaux, on obtient à peine les poids nécessaires aux analyses; celles-ci ont fourni, suivant les échantillons, des résultats très variables qui ont imposé une forme dubitative aux conclusions. Tantôt les nombres semblent indiquer l'existence de cristaux de titane presque pur; tantôt la présence du silicium est mise en évidence.

» Malgré cette diversité de résultats, j'étais porté à croire, lors de la publication de ma première Note, que ces cristaux étaient formés de titane pur, parce que les différentes substances réagissant produisent des cristaux semblables.

» Depuis cette époque, j'ai repris avec le silicium l'expérience en grand; j'ai opéré, à l'aide d'un grand fourneau à vent, construit spécialement, et d'un tube de porcelaine de Saxe, protégé par une brasque de rutile et par un tube de graphite.

» J'ai ainsi obtenu quelques centigrammes de cristaux arborescents d'une combinaison de silicium et de titane dont, malheureusement, les formes cristallines ne sont pas déterminables.

» Deux échantillons ont donné les résultats suivants :

	I.	II.
Ti	76,14	77,21
Si	22,69	20,90
Divers	1,27	2,09

» En admettant que les corps divers soient des impuretés, cela fait :

	I.	II.	Calculé pour Ti^2Si.
Ti	77,13	78,68	77,42
Si	22,87	21,32	22,58

ce qui semble indiquer une composition répondant à la formule Ti^2Si.

» Ces cristaux sont-ils identiques à ceux décrits dans ma Note précédente? Seule une étude cristallographique approfondie pourrait résoudre la question.

» Il est probable que les cristaux de ma première Communication sont constitués par différents corps définis, de composition intermédiaire entre le titane et le silicium purs, et que, parmi ces corps, il faut compter le composé dont je parle aujourd'hui.

» Enfin la possibilité de la présence, parmi ces composés divers, du titane cristallisé reste entière; il se peut très bien que, parmi les cristaux fournis par la réaction du chlorure de titane sur différents corps, il y eût, comme semblent l'indiquer les analyses, du titane pur, formé fort probablement par une sorte d'affinage du composé silicié.

» L'étude comparative des cristaux décrits autrefois par moi, et des cristaux de titane, préparés en grand par une voie différente de la mienne, décidera de la certitude de la présence du titane cristallisé parmi les produits de la réaction du chlorure de titane sur le silicium. »

OPTIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur le pouvoir rotatoire de la rhamnose (isodulcite) surfondue*. Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Duclaux.

« On sait que les matières sucrées actives présentent presque toutes le phénomène de la multirotation, c'est-à-dire que, mises en contact avec un dissolvant, à température constante, elles ont des pouvoirs rotatoires qui passent d'une valeur initiale à diverses autres très fugitives et remplacées elles-mêmes par une autre qui est constante. Pour certains de ces corps, le changement de grandeur du pouvoir rotatoire est accompagné d'un changement de signe. On a proposé, pour expliquer ce phénomène, des hypothèses ingénieuses, mais qui ne paraissent pas rendre compte de toutes les particularités observées. J'ai pensé que l'on pourrait peut-être faire avancer cette étude, en l'abordant par un côté qui n'a pas encore été envisagé jusqu'ici : la mesure du pouvoir rotatoire spécifique de ces corps maintenus liquides (en surfusion) et observés aux diverses températures inférieures au point de fusion.

» Je vais indiquer les expériences que j'ai faites sur la rhamnose, en cristaux limpides extraits de la xanthorhamnine. Le pouvoir rotatoire spécifique de cette méthylpentose $[\alpha]_D^{18}$ qui est $-6°,5$, une minute et demie après la dissolution dans l'eau, atteint, en moins d'une heure, la valeur constante de $+9°,75$. Ce corps, de formule $C^6H^{12}O^5 + H^2O$, fond vers 93°. Moyennant quelques précautions, qui ont pour objet de soustraire le liquide surfondu au contact de poussières disséminées sur les appareils pendant les opérations, il est facile de le conserver pendant plusieurs jours, même à la température ordinaire.

» L'observation a été faite dans un tube présentant une tubulure qui permettait d'y mettre à l'état solide la quantité de matière suffisante pour

le remplir après liquéfaction. Ce tube était en platine entouré d'une garniture de laiton sur laquelle se vissaient les bouchons tubulaires servant à retenir les disques de glace obturateurs. On le chauffait dans un bain d'eau constamment agitée à une température maintenue constante pendant au moins une demi-heure.

» On effectuait les mesures des pouvoirs rotatoires à la flamme du sodium avec le dispositif employé dans les recherches antérieures.

» Quant aux densités du liquide surfondu on les déterminait à l'aide du flacon à densité de Regnault. On mettait dans le tube la quantité de rhamnose solide qui devait être suffisante pour le remplir jusqu'au delà du trait marqué sur la partie étranglée, lorsque ce tube serait dans la glace fondante. On enlevait, avec un papier buvard un peu rigide et très légèrement mouillé, le liquide qui dépassait le trait, et l'on portait le tube dans la balance. On déterminait ensuite l'affleurement à diverses autres températures depuis 0 jusqu'à 100°.

» La longueur du tube était, à 18°, de $49^{mm}, 3$. On a obtenu les résultats contenus dans le Tableau suivant dans lequel les expériences 1, 2, 5, 6, 8 ont été faites avec le même liquide surfondu, les autres ont été des mesures de vérifications; trois opérations distinctes très concordantes ont été effectuées à 100°.

» La formule qui représente le mieux les expériences réalisées aux diverses températures est

$$[\alpha]_D^t = 9^\circ{,}22 - 0{,}03642\,t + 0{,}0000123\,t^2.$$

	Températures.	Rotations observées.	Densités.	Pouvoirs rotatoires spécifiques observés.	Pouvoirs rotatoires spécifiques calculés.
1.........	0°	6°,34	1,400	9°,28	9°,22
2.........	16	5,93	1,388	8,66	8,70
3.........	18	5,88	1,387	8,59	8,63
4.........	19	5,83	1,386	8,53	8,59
5.........	46	5,12	1,357	7,57	7,57
6.........	70	4,50	1,349	6,73	6,73
7.........	73	4,43	1,346	6,64	6,59
8.........	100	3,75	1,325	5,70	5,70

» L'examen de ces résultats conduit aux remarques suivantes :

» 1° Le pouvoir rotatoire de la rhamnose surfondue diminue régulièrement lorsque la température s'élève et pour une variation de température de 100°, il devient les 61 centièmes de ce qu'il est à 0°.

» 2° Si l'on détermine le pouvoir rotatoire spécifique de la rhamnose qui a servi aux expériences, en mesurant l'action exercée sur la lumière polarisée par une solution aqueuse de $0^{gr},7583$ de matière dans l'eau nécessaire pour faire un volume de 12^{cc} à $18°$, on trouve

$$[\alpha]_D^{18} = +9°,75,$$

c'est-à-dire la valeur que j'avais observée antérieurement. Or cette valeur est plus grande de $\frac{1}{10}$ de celle que présente la rhamnose surfondue, laquelle est 8°,63; il résulte de là que le pouvoir rotatoire spécifique du corps, déduit de l'étude de sa dissolution aqueuse, n'a pas la même valeur que celle que présente ce même corps soustrait à l'action d'un dissolvant quelconque, et que, dans l'interprétation de la multirotation, on n'est pas en droit de supposer que le corps actif dont on mesure le pouvoir rotatoire soit bien la rhamnose $C^6H^{12}O^5 + H^2O$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés dithiazoliques.* Note de M. **Charles Lauth**, présentée par M. Schützenberger.

« Les nombreuses matières colorantes dérivées du goudron de houille varient singulièrement de propriétés, d'éclat, de résistance aux agents destructeurs, suivant la nature des éléments ou groupes d'éléments qui entrent dans leur molécule.

» J'ai eu l'idée, il y a plus de vingt ans, d'y faire entrer le soufre comme élément constituant, et j'ai découvert un corps qui a été le premier terme d'une série de colorants soufrés, les thionines, dont le représentant le plus important pour ses applications industrielles est connu sous le nom de *bleu de méthylène*.

» J'ai repris dernièrement cet ordre de recherches, en transformant en matières colorantes un corps bien cristallisé, obtenu en 1880 par A.-W. Hofmann dans l'action du soufre sur l'acétanilide, et qu'il a caractérisé comme étant l'oxalamidothiophénol

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} S \\ Az \end{matrix}\right\rangle C - C\left\langle\begin{matrix} S \\ Az \end{matrix}\right\rangle C^6H^4.$$

» La présence, dans ce corps, du groupement $\left\langle\begin{matrix} S \\ Az \end{matrix}\right\rangle C -$ qu'on trouve dans la déhydrothiotoluidine et les primulines, permettait d'admettre

qu'il serait, comme elles, apte à fournir des matières colorantes intéressantes; la présence de deux de ces groupements devrait donner à ces matières colorantes, plus encore qu'à celles dérivées des primulines, les qualités si recherchées qu'elles possèdent de teindre directement le coton; enfin, la double liaison par le carbone permettait d'espérer que les colorants obtenus jouiraient d'une plus grande résistance aux agents chimiques et à la lumière. Ces diverses considérations m'ont porté à préparer et à étudier les dérivés nitrés et amidés de l'oxalamidothiophénol.

» Pour préparer ce corps, on chauffe l'acétanilide avec du soufre; on lave le produit brut de la réaction, d'abord avec de l'alcool, puis avec de l'acide sulfurique étendu de 60 pour 100 d'eau; on le dissout ensuite dans de l'acide sulfurique à 66° et l'on précipite par l'eau; enfin on le reprend par l'aniline bouillante, qui l'abandonne cristallisé par refroidissement. Pour l'avoir absolument pur, il faut avoir recours à la sublimation qu'on facilite par un courant de vapeur surchauffée.

» L'acide nitrique, seul, ne doit pas être employé pour la nitration; elle ne réussit bien qu'avec le mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique. On obtient ainsi un corps qui donne à l'analyse les chiffres correspondant à un dérivé nitré; mais l'examen qui en a été fait montre qu'en réalité il est constitué par deux dinitrés isomériques, l'un fondant aux environs de 210°, l'autre aux environs de 290°. Il a été impossible de les isoler complètement à cause de la tendance qu'ils ont à cristalliser ensemble.

» Pour la réduction, on se sert du protochlorure d'étain acide; après quelques heures de chauffage à 60° puis à 100°, on traite le mélange par de l'eau acidulée tiède dans laquelle l'un des chlorhydrates formés est soluble, le second ne se dissolvant sensiblement qu'aux environs de 100° : pour réaliser la séparation d'une façon complète, on se guide sur la coloration que donnent les diazoïques de ces deux chlorhydrates avec une solution de α-sulfo-β-naphtol (quelques gouttes de solution suffisent pour fournir un renseignement précis); le plus soluble donne un rouge sang très vif, l'autre un rouge amarante. Les solutions des deux chlorhydrates sont précipitées par l'ammoniaque et l'oxyde d'étain est éliminé soit par une reprise alcoolique, qui le laisse insoluble, soit par un traitement au sulfure de sodium qui le dissout en abandonnant la base organique; on purifie les bases par redissolutions dans l'alcool et les autres réactifs usuels.

» L'analyse montre qu'elles constituent deux diamines isomériques de l'oxalamidothiophénol.

» Ce sont deux corps jaunes, cristallisés en aiguilles; sous l'action de la chaleur, ils se subliment, non sans altération; ils sont insolubles dans l'eau, la ligroïne; peu solubles dans le sulfure de carbone et la benzine; assez solubles dans l'éther, l'acétone et l'alcool. La solution alcoolique de la base, peu soluble, présente une superbe fluorescence verte; l'autre n'est pas fluorescente.

» La solution des sels neutres des deux bases est jaune; un excès d'acide la décolore, mais la neutralisation ramène la couleur primitive.

» L'ébullition prolongée des dissolutions des sels et des bases les altère : il se dégage de l'hydrogène sulfuré avec formation de corps insolubles; une altération analogue a lieu sous l'influence des corps réducteurs; un excès de chlorure d'étain acide, le zinc en présence d'acide chlorhydrique, donnent lieu à un abondant dégagement d'hydrogène sulfuré, avec rupture de la double liaison, et destruction des bases. Si la réduction est poussée très loin, on ne trouve plus d'amines diazotables dans les liqueurs; si elle est arrêtée au moment où la coloration jaune disparaît, on constate qu'il s'est formé deux nouveaux corps présentant les caractères généraux des orthodiamines pour le dérivé de la base fluorescente et des métadiamines pour l'autre; il est donc vraisemblable que la base fluorescente est le dérivé orthodiamidé, et la base soluble le dérivé métadiamidé de l'oxalamidothiophénol.

» Les deux bases sont des matières colorantes; elles teignent les fibres animales et le coton *non préparé*, en un très beau jaune. En solution chlorhydrique, elles donnent, avec le nitrite de sodium, des diazoïques qui, par copulation, fournissent une série de belles couleurs très variées et dont quelques-unes donnent, sur coton non préparé, des teintures d'un éclat et d'une pureté remarquables. Je me contenterai de signaler le rouge obtenu avec la base soluble et l'α-sulfo-β-naphtol et un bleu obtenu avec la base insoluble et l'α-naphtol aminé disulfoné.

» Ces couleurs résistent assez bien aux acides et aux alcalis, mais elles sont fugaces à la lumière; elles présentent à ces points de vue les mêmes caractères que les colorants de la déhydrothiotoluidine et les primulines. La double liaison carbonique ne leur donne donc pas plus de solidité (1). »

---

(1) Collège de France (laboratoire de M. Schützenberger).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses de chlorhydrates d'amides et de chlorures d'acides.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. P. Schützenberger.

« Un grand nombre d'amides au contact du gaz chlorhydrique ne fixent qu'une molécule d'acide pour deux molécules d'amide, et l'on ne connaît pas de procédé général permettant d'obtenir infailliblement la combinaison des deux corps molécule à molécule. Voici un procédé qui donne simultanément, avec la plus grande facilité et les meilleurs rendements, les monochlorhydrates d'amides et les chlorures d'acides. On mélange un nitrile avec un acide, et l'on sature par l'acide chlorhydrique sec le mélange refroidi vers 0°. La réaction est celle-ci :

$$RCAz + R'COOH + 2HCl = RCOAzH^2.HCl + R'COCl.$$

» *Exemples.* — Cette règle résulte des expériences suivantes :

» 1° Un mélange d'acétonitrile $CH^3.CAz$ et d'acide acétique à molécules égales a été saturé de gaz chlorhydrique à 0° et abandonné pendant un jour en vase clos. D'abondants cristaux de monochlorhydrate d'acétamide $C^2H^3O.AzH^2.HCl$ se sont déposés; en même temps une quantité correspondante de chlorure d'acétyle a pris naissance;

» 2° En remplaçant dans cette expérience l'acide acétique par l'acide propionique, j'ai obtenu le même chlorhydrate et une quantité équivalente de chlorure de propionyle;

» 3° En saturant de gaz chlorhydrique sec du propionitrile $C^2H^5.CAz$ dissous dans l'acide acétique refroidi, j'ai obtenu le lendemain des cristaux abondants de chlorhydrate de propionamide $C^3H^7O.AzH^2.HCl$, en même temps que du chlorure d'acétyle avait pris naissance.

» 4° L'acide formique, dont on ne connaît d'ailleurs pas le chlorure, se décompose plus complètement que ses homologues : il donne de l'oxyde de carbone en même temps que se forme le chlorhydrate du nitrile employé.

» Le procédé que je viens de décrire constitue donc un moyen simple et pratique d'obtenir les chlorures d'acides sans recourir à l'emploi si dangereux du chlorure de phosphore, et ce procédé donne en même temps le chlorhydrate normal d'une amide quelconque.

» En outre, la réaction sur laquelle est basée ce procédé jette un jour nouveau sur l'éthérification des alcools par les acides. On sait que cette opération se fait généralement en présence du gaz chlorhydrique et que, d'autre part, l'éthérification des alcools par les chlorures d'acides est totale. Le rôle si efficace de l'acide chlorhydrique se trouve alors expliqué par la

facilité avec laquelle ce gaz convertit les acides organiques en chlorures d'acides dès qu'un corps auxiliaire enlève l'eau qui tend à se former

$$C^2H^3.O^2H + HCl = C^2H^3.OCl + H^2O.$$

Dans les réactions précédentes, c'est le nitrile qui se combine à l'eau; dans l'éthérification, c'est une autre portion de l'acide chlorhydrique qui donne

$$HCl + 2H^2O.$$

Les quantités de chaleur dégagées dans les deux cas sont d'ailleurs comparables.

» *Autre procédé.* — La formation des chlorures d'acides se fait plus aisément encore quand on remplace l'acide à chlorurer par son anhydride. J'ai constaté ce résultat sur l'anhydride acétique

$$(C^2H^3O)^2O + 3HCl + C^2H^3Az = 2C^2H^3OCl + C^2H^3O.AzH^2.HCl.$$

» De sorte que l'explication que j'ai donnée antérieurement (*Comptes rendus*, décembre 1895, p. 825), pour expliquer la formation de diamides lactiques, doit être modifiée. On doit admettre la formation intermédiaire d'un chlorure d'acide qui réagit ensuite sur la mono-amide initialement formée.

» C'est précisément en essayant de contrôler sur des exemples simples l'explication donnée dans ma dernière Communication à l'Académie que j'ai trouvé les résultats indiqués dans la présente Note. Je me propose de généraliser cette méthode. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des halogènes sur l'aldéhyde formique.* Note de M. **A. Brochet**, présentée par M. P. Schützenberger.

« Dans une Note précédente (¹) nous avons montré que l'action du chlore sur l'alcool méthylique donnait, à côté des produits principaux de la réaction, aldéhyde formique et acide chlorhydrique, une forte quantité d'oxyde de carbone et un peu d'acide carbonique. Il nous a paru intéressant de rechercher si la production de cet oxyde de carbone n'était pas due à une action ultérieure du chlore sur l'aldéhyde formique et, à cet effet, nous avons fait réagir les deux corps l'un sur l'autre.

» La solution commerciale d'aldéhyde formique n'a pu nous servir à

(¹) Brochet, *Comptes rendus,* t. CXXI, p. 130.

cet usage; on sait, en effet, qu'elle est constituée par un mélange d'eau et d'alcool méthylique renfermant un polymère mal défini de la formaldéhyde. Nous avons donc dû, précisément à cause de la présence de l'alcool, avoir recours au polymère solide, le trioxyméthylène que l'on peut obtenir soit par évaporation dans le vide de la solution commerciale soit par action de l'acide sulfurique sur cette même solution [1].

» Nous devons signaler que l'action des halogènes sur ce produit a déjà été l'objet d'une étude de la part de M. Tischtschenko [2], mais nous avons remarqué, outre la formation des composés obtenus par le savant, quelques faits nouveaux et intéressants.

» C'est ainsi qu'en faisant réagir le chlore sur le trioxyméthylène M. Tischtschenko obtint seulement de l'acide chlorhydrique et de l'oxychlorure de carbone; on pouvait donc croire de ce fait la substitution pure et simple du chlore à l'hydrogène de l'aldéhyde formique d'après l'équation

$$CH^2O + 2Cl^2 = COCl^2 + 2HCl,$$

mais il n'en est rien.

» Lorsque l'on fait passer à la lumière diffuse et à la température ambiante un courant lent et régulier de chlore sec sur du trioxyméthylène placé dans un tube en U il n'y a aucune action. Si on élève la température en plongeant le tube dans l'eau tiède, le gaz est décoloré et l'on recueille un mélange d'acide chlorhydrique et d'oxyde de carbone. Ce dernier gaz a été identifié par sa solubilité dans le chlorure cuivreux acide; l'étude spectrale du sang agité avec lui, et l'analyse eudiométrique.

» En présence des rayons solaires l'action a lieu à froid, mais il y a formation en même temps de chlorure de carbonyle, caractérisé par la production d'acide carbonique au contact de l'eau.

» Le chlorure de carbonyle est dû à l'action ultérieure du chlore sur l'oxyde de carbone; en effet, sa proportion dans le mélange gazeux est d'autant plus grande que le courant de chlore est plus rapide.

» M. Tischtschenko, en faisant réagir à 100° le brome sur le trioxyméthylène, a obtenu de l'acide bromhydrique, de l'acide carbonique, de l'oxyde de méthyle bibromé et un peu d'oxyde de carbone.

» L'action à froid est très curieuse. Si l'on place dans un tube scellé

---

(1) Brochet et Cambier, *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 607.

(2) Tischtschenko, *Journal de la Société chimique russe*, t. XIX, p. 479.

1^{gr} de trioxyméthylène et 1^{cc} de brome, le mélange se présente sous forme d'une poudre sèche. En abandonnant un certain nombre de ces tubes à la température ambiante, soit à la lumière diffuse, soit dans l'obscurité, le mélange devient peu à peu pâteux, puis se liquéfie; au bout de huit jours, le tout forme une solution rouge sang. En exposant, au contraire, ces tubes au soleil, on constate que les parties superficielles sont fluidifiées instantanément; mais, à cause de la couleur, de l'aspect et de l'opacité du produit, l'action se ralentit rapidement et il faut une demi-heure pour produire la transformation totale.

» Dans ces divers cas, les tubes renferment une certaine pression et les gaz ainsi formés sont très riches en oxyde de carbone (jusqu'à 90 pour 100).

» Dans l'eau bouillante, la liquéfaction du contenu des tubes est immédiate (moins d'une demi-minute), mais il n'y a aucune pression; les gaz se forment à la longue, ils sont alors moins riches en oxyde de carbone et renferment une certaine proportion d'acide carbonique.

» En opérant sur de plus grandes quantités, nous avons pu isoler, outre les produits mentionnés plus haut, un liquide distillant au-dessous de 70° et que nous avions pris, dès le début, pour du brome; il en renferme, d'ailleurs, une certaine quantité, ainsi que de l'acide bromhydrique; mis en contact avec de l'eau, il s'y dissout lentement en se décomposant et donnant un dégagement abondant d'acide carbonique. Ce produit possède les propriétés du bromure de carbonyle, isolé pour la première fois par M. Besson au commencement de cette année ([1]). Nous n'avions pu en obtenir que de très faibles quantités qu'il nous a été impossible de purifier. La méthode indiquée par M. Besson pour séparer le brome, consistant à traiter le liquide par une solution refroidie d'hyposulfite de sodium, n'a donné aucun résultat, à cause de la forte quantité d'acide bromhydrique qu'il renferme.

» La formation du bromure de carbonyle paraît donc due à l'action du brome sur l'oxyde de carbone.

» Toujours est-il que, dans l'action du chlore et du brome sur l'aldéhyde formique, il y a production directe d'oxyde de carbone, lequel est transformé en acide carbonique par le passage intermédiaire en dérivés chloré et bromé; on conçoit donc aisément que l'oxyde de carbone accompagne l'aldéhyde formique dans les produits de l'action du chlore et du brome sur l'alcool méthylique.

» Ces réactions secondaires se produisent également lorsque l'on pré-

---

([1]) Besson, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 190.

pare l'aldéhyde formique par combustion incomplète de l'alcool méthylique et expliquent les mauvais rendements auxquels on arrive. L'aldéhyde formique est accompagnée d'une quantité considérable d'oxyde de carbone et d'acide carbonique, même lorsque l'on opère à une basse température. Des essais faits dans cette voie nous ont permis de constater que la quantité d'alcool méthylique transformé en aldéhyde formique varie de 5 à 10 pour 100 et en oxyde de carbone de 3 à 5 pour 100; le reste est brûlé totalement en acide carbonique et eau.

» On voit donc, d'après ces remarques d'ordres différents, que la formation d'oxyde de carbone paraît inhérente à celle d'aldéhyde formique par oxydation de l'alcool méthylique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence de Lémon grass*. Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Dans notre seconde Note [1] sur l'essence de Lémon grass nous avons montré que la portion principale de cette essence était formée par une aldéhyde $C^{10}H^{16}O$ dont nous avons établi la constitution. Poursuivant nos recherches sur les aldéhydes dérivées des divers alcools $C^{10}H^{18}O$, nous avons été conduits à comparer ces dernières avec l'aldéhyde naturelle contenue dans l'essence de Lémon grass; pour cela, nous avons commencé par faire une étude très attentive de la combinaison que celle-ci donne en s'unissant à la semicarbazide.

» Avant d'entrer dans le détail de nos expériences, nous devons ajouter que cette combinaison avec la semicarbazide a été déjà préparée par M. Tiemann et aussi par M. Wallach; mais les résultats qu'ils ont obtenus sont tout à fait discordants. Le produit décrit par M. Tiemann fond à 130°-135°, tandis que celui qui a été préparé par M. Wallach fond à 150°-160°.

» Nous avons soumis la portion principale de l'essence de Lémon grass à une distillation soignée dans le vide avec un appareil à colonne; cette portion s'est scindée en deux fractions : la première, qui forme à peine le cinquième de l'autre, bout à 107°-110°, sous 10^{mm}; la seconde bout à 110°-112° sous la même pression.

» La semicarbazone de la première portion forme une masse blanche, confusément

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1050.

cristalline, peu soluble dans l'alcool, même bouillant. Par des cristallisations répétées dans l'alcool, suivies d'épuisements à l'éther bouillant, nous avons finalement obtenu un produit qui se dépose dans l'alcool en belles lamelles blanches fondant d'une manière constante à 171°, dont la constitution répond à la formule $C^{11}H^{19}Az^{3}O$.

» Les diverses eaux-mères contiennent des produits à point de fusion plus bas, qui sont identiques à ceux qui existent dans la combinaison semicarbazique de la portion supérieure.

» On peut reconnaître également la présence dans cette dernière de la combinaison fusible à 171°, mais elle y est peu abondante.

» Pour la séparer des produits qui l'accompagnent, nous avons été conduits à employer une méthode compliquée, fondée sur les solubilités différentes de ces divers corps dans l'éther bouillant, l'alcool fort et l'alcool aqueux.

» Nous avons finalement extrait, de la semicarbazone de la portion 110°-112° de l'essence de Lémon grass, trois composés cristallisés différents :

» 1° Un produit cristallisé en belles lamelles blanches, peu soluble dans l'alcool même bouillant, insoluble dans l'eau, insoluble dans l'éther bouillant; ce corps fond à 171° sans décomposition;

» 2° Un composé cristallisé en très belles aiguilles groupées en buisson, très solubles dans l'alcool chaud, médiocrement solubles dans ce dissolvant froid, très peu solubles dans l'alcool aqueux, un peu solubles dans l'éther bouillant, presque insolubles dans l'éther froid. Ces aiguilles fondent à 160° sans décomposition;

» 3° Une combinaison qui se dépose par refroidissement de l'alcool à 50° en belles aiguilles blanches très solubles dans l'alcool chaud et froid, assez solubles dans l'éther bouillant, très peu solubles dans l'eau bouillante; cette combinaison fond à 135° sans se décomposer.

» Ce dernier produit est de beaucoup le plus abondant, par contre la combinaison cristallisée en aiguilles n'existe dans le mélange qu'en très faible quantité nous : avons seulement pu l'analyser.

» Ces trois semicarbazones sont isomères et répondent toutes à la formule

$$C^{10}H^{16} = Az - AzH - CO - AzH^{2}.$$

» Il n'existe pas dans l'essence de Lémon grass d'aldéhyde répondant à la formule $C^{10}H^{18}O$, car il ne se forme pas de semicarbazone autre que celles que nous venons de décrire. Il nous restait à déterminer si cette curieuse isomérie est due à l'azote ou est la conséquence de la présence dans l'essence de Lémon grass de plusieurs aldéhydes isomères.

» Pour trancher cette question, la combinaison fusible à 171° a été décomposée par l'acide sulfurique à 15 pour 100 à l'ébullition, et l'aldéhyde régénérée entraînée par un courant de vapeur d'eau. L'huile obtenue était formée par la majeure partie de paracymène et pour la plus faible d'une aldéhyde qui, traitée par la semicarbazide, a fourni exclusivement la combinaison fusible à 135°.

» La combinaison fusible à 135°, décomposée à son tour, fournit à peu près parties égales de cymène et d'une aldéhyde dont la semicarbazone est identique au produit primitif.

» Ces diverses expériences nous permettent d'écarter immédiatement l'idée d'une isomérie stéréochimique due à l'azote. Si, en effet, les deux semicarbazones fusibles à 171° et 135° se rattachaient à une aldéhyde unique, elles devraient non seulement régénérer la même aldéhyde, ce qui en effet a lieu, mais de plus l'aldéhyde régénérée devrait, au contact de la semicarbazide, fournir en même temps les deux semicarbazones stéréo-isomères. Or il n'en est rien : l'aldéhyde régénérée, identique dans les deux cas, fournit exclusivement la semicarbazone fusible à 135°.

» Il faut donc conclure qu'il y a dans le produit examiné deux aldéhydes acycliques dont l'une se transforme dans l'autre par ébullition avec l'acide sulfurique étendu, le produit final de la réaction étant dans les deux cas du cymène.

» L'aldéhyde la moins stable, qui correspond à la combinaison fondant à 171°, doit aussi avoir un point d'ébullition moins élevé, car elle se trouve principalement dans la portion inférieure bouillant à 107°-110° sous 10^{mm}; malheureusement nous ne voyons pas la possibilité de régénérer cette aldéhyde sans la modifier.

» Quant à l'isomérisation elle-même, elle est due à un déplacement de double liaison, conséquence d'une hydratation suivie de déshydratation dont rendent compte les schémas suivants :

```
      CH³                      CH³                         CH³
      |                        |                           |
      C                        C                           C
    //  \                    //  \                       //  \
  CH     CH³               CH     CH³                  CH     CH³
  |           + H²O =      |           = H²O +         |
  CH²    COH               CH²    COH                  CH²    COH.
    \   /                    \   /                       \   /
     CH                       CH                           C
     |                        |                            ||
     C                        C(OH)                        C
   /   \\                   /   \                        /   \
 CH³    CH²               CH³    CH³                   CH³    CH³

 Aldéhyde                                              Aldéhyde
 instable.                                             stable.
```

» La formation du cymène à partir de cette dernière s'explique de la

même manière :

```
       CH³                      CH³                  CH³
        |                        |                    |
        C                        C                    C
      //  \                    //  \                //  \
    CH     CH³               CH     CH³           CH.    CH
    |             + H²O =    |               =    |      ||  + 2H²O.
    CH²    COH               CH     COH           CH     CH
      \   /                    \\  /                \\  /
       CH                       C(OH)                 C
       ||                        |                    |
        C                        CH                   CH
      /   \                    /    \               /    \
    CH³    CH³               CH³     CH³          CH³     CH³
```

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Rôles respectifs du philothion et de la laccase dans les graines en germination.* Note de M. **J. DE REY-PAILHADE**, présentée par M. Armand Gautier.

« La récente découverte de la laccase ([1]), ferment soluble d'oxydation très répandu dans le règne végétal, m'a donné l'idée de rechercher si cette substance n'existerait pas dans les graines en germination, à côté du philothion ([2]), matière oxydable que j'y ai reconnue depuis des années. Ces deux substances, douées de propriétés chimiques opposées, se rencontrent, en effet, simultanément dans beaucoup de graines à croissance rapide, et la laccase y détruit le philothion par oxydation.

» Je rappelle que le philothion est caractérisé par la formation de HS^2 en présence du soufre à froid.

» La laccase est décelée par la couleur bleue qu'elle imprime à la teinture alcoolique de résine de gayac déposée sur du papier buvard blanc.

» En étudiant un certain nombre de graines en germination, on constate qu'elles se groupent en quatre catégories :

» 1° *Graines contenant à la fois du philothion et de la laccase.* — Fève, pois chiche, pois ordinaire, lupin blanc, haricot, soja, blé, maïs, châtaigne, marron d'Inde, érable, ginkgo ;

» 2° *Graines contenant du philothion, mais pas de laccase.* — Pin pignon ;

» 3° *Graines renfermant de la laccase, mais pas ou très peu de philothion.* — Ricin, radis, courge, belle-de-nuit, liseron, tubercule de pomme de terre ;

([1]) G. BERTRAND, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 166.

([2]) Voir *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 201.

» 4° *Graines ne contenant pas, ou seulement des traces, de ces principes.* — Gland, laurier noble.

» Chez les graines qui renferment de la laccase, on trouve ce principe avant qu'elles aient absorbé de l'eau, et après à toutes les périodes de leur développement. D'abord en petite quantité, cette substance devient plus abondante au fur et à mesure de la germination.

» Le philothion, au contraire, n'a qu'une existence éphémère de quelques jours. Il se trouve en très petite quantité dans la graine sèche, où il est alors concentré dans le germe. Il apparaît abondamment dès que ses tissus se sont imbibés d'eau.

» En plaçant des pois chiches (*cicer arietinum*) dans une assiette contenant une couche d'eau de 4 à 5^{mm} d'épaisseur, on suit facilement toutes les phases du phénomène. Cette graine est gonflée d'eau dès la douzième heure; le philothion s'y reconnaît avec netteté, surtout dans le germe. Vers le troisième jour, ce germe, qui a quelques millimètres, n'en renferme plus, mais le cotylédon en contient beaucoup. A partir de ce moment sa quantité diminue jusqu'à devenir nulle vers le septième jour.

» Quels sont les rôles biologiques respectifs de ces deux substances? La laccase est incontestablement l'agent provocateur de l'oxydation de certains corps oxydables contenus dans le végétal, le philothion est un de ces corps que la laccase est chargée d'oxyder. C'est ce que prouvent les trois expériences suivantes, qui établissent :

» A. Que par les actions combinées de la laccase et de l'oxygène, le philothion s'oxyde en quelques heures (quatre ou cinq) avec formation d'acide carbonique;

» B. Que par l'action seule de la laccase, le philothion ne se détruit pas;

» C. Que par l'action seule de l'oxygène, le philothion ne s'oxyde que lentement.

» On prépare d'abord une solution fluorée contenant le philothion, en délayant de la levure de bière pressée dans son poids d'eau chargée de 1,5 pour 100 de fluorure de sodium. Le mélange est enfermé dans une bouteille pleine et bouchée; on agite pendant deux jours et on filtre. Cette liqueur antiseptique donne beaucoup de H^2S avec le soufre en poudre à la température de 35°. On se procure, d'autre part, de la laccase, en broyant des cotylédons de pois chiche en germination depuis huit jours, dans leur poids d'alcool à 25 pour 100. Cette bouillie est très propre aux essais.

» On fait alors deux mélanges composés chacun de 25^{cc} de solution de philothion et de 5^{cc} de bouillie de laccase. Le premier (A) est mis dans un flacon de 250^{cc} et le second (B) dans une petite bouteille qui doit être pleine et bien bouchée. On fait un

troisième mélange (C) avec 25^{cc} de philothion et 5^{cc} de bouillie de laccase, chauffée jusqu'à destruction complète de ce principe, et l'on verse dans un flacon de 250^{cc}.

» Ces trois vases sont agités mécaniquement et simultanément pendant cinq heures. En examinant alors les liquides, on constate que A ne contient plus de philothion, tandis que B et C en renferment beaucoup. La destruction du philothion dans le mélange C, où l'oxygène de l'air agit seul, n'a lieu qu'au bout de six à sept jours. En mettant les 30^{cc} du mélange B dans un flacon à robinet de 60^{cc} environ, on constate après cinq heures d'agitation que presque tout l'oxygène a disparu et a été remplacé par de l'acide carbonique.

» Ces essais montrent que, sous l'influence de la laccase, le philothion se combine rapidement à l'oxygène libre en produisant de l'acide carbonique et concourant ainsi à la respiration de la graine. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la détermination simultanée de l'acidité minérale et organique dans le jus de betteraves.* Note de M. **D. Sidersky**, présentée par M. Aimé Girard.

« Pour assurer la bonne fermentation industrielle des jus de betteraves, il faut que ces jus possèdent un degré d'acidité déterminé, degré correspondant tant aux acides organiques de la betterave, mis en liberté par l'acide sulfurique ajouté, que par l'excès de ce dernier. L'expérience industrielle indique nettement que la régularité de la fermentation alcoolique est influencée dans une large mesure par le rapport existant entre les acides organiques mis en liberté et l'acide minéral non saturé. Or, s'il est aisé de déterminer, par les procédés connus, l'acidité totale d'un jus de betteraves, il n'existe pas de procédé expéditif pour évaluer séparément d'un côté l'acide minéral libre, d'un autre côté l'acidité provenant des acides organiques.

» Pour faire cette évaluation séparée, on peut faire usage de papier à filtrer, imbibé d'une solution aqueuse au millième de rouge de Congo 4R. Une goutte d'acide minéral dilué produit sur le papier rouge une tache bleue foncée, tandis que les acides organiques sont sans action sur cette matière colorante. En versant peu à peu une liqueur alcaline titrée dans un volume connu de jus à essayer et en déposant périodiquement une gouttelette du liquide sur le papier rouge, on voit les taches produites devenir de plus en plus faibles; à un moment donné, la tache n'apparaît plus, tout l'acide sulfurique libre ayant été saturé. Si l'on a soin d'humecter au préalable le papier rouge, la sensibilité de la réaction est suffisante.

» Mais il existe une autre réaction, beaucoup plus sensible que la précédente, produite par la matière colorante contenue dans la betterave. On sait que la betterave à sucre renferme une matière colorante qui s'oxyde au contact de l'air et se colore en rouge brun de plus en plus foncé. L'addition d'acide sulfurique entrave l'oxydation de cette matière de telle sorte que le jus acidulé de la distillerie reste clair et limpide, d'une nuance variant du jaune pâle au rose suivant les variétés de la plante. Lorsqu'on ajoute goutte à goutte une solution titrée de potasse dans un volume déterminé de jus, la couleur de ce dernier vire au brun foncé, mais le virage disparaît par l'agitation du liquide, tant que celui-ci contient de l'acide sulfurique libre. Dès que ce dernier est saturé il se produit un virage très net et stable de la couleur du jus, en même temps que celui-ci se trouble légèrement. Ce point est très facile à observer, surtout si l'on fait l'opération dans des capsules en porcelaine à fond plat et en pleine lumière. J'ai vérifié bien des fois cette réaction en me servant du papier au rouge de Congo comme témoin. La concordance a toujours été parfaite, mais le virage naturel de la couleur du jus est plus facile à observer que l'essai au papier. En continuant l'addition de la liqueur alcaline, le jus noircit et se trouble de plus en plus, jusqu'au point de la neutralité complète, que l'on reconnaît aisément au papier de tournesol. La première réaction indiquant l'acide sulfurique libre, la deuxième, l'acidité totale, on a par différence l'acidité due aux acides organiques.

» Sans pouvoir distinguer entre les acides organiques de la betterave et ceux qui résultent des fermentations secondaires, la réaction décrite fournira des indications précieuses en distillerie, la mauvaise fermentation se manifestant par une acidité totale élevée avec une faible proportion d'acide minéral. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Les origines de la théorie trichromique du nerf optique.* Note de M. **J.-P. Durand (de Gros)**, présentée par M. Marey.

« Dans son Rapport sur le concours de 1892 pour le prix Lallemand, Brown-Séquard a produit quelques assertions imparfaitement exactes, qu'il convient, je crois, de rectifier dans le double intérêt de l'histoire et du progrès de la Science.

» Parlant de moi, le savant rapporteur disait : « Dans son Ouvrage sur

la *Physiologie philosophique*, l'auteur a rapporté, dès 1855, des faits qui l'ont conduit, longtemps avant Helmholtz (1869), à la théorie trichromique du nerf optique ». C'est bien en 1855, comme le constate le Rapport, que j'ai publié pour la première fois mes vues relatives à la théorie en question; mais c'est dans mon Livre intitulé : *Électrodynamisme vital* que cette première publication a eu lieu; mes *Essais de Physiologie philosophique*, paru onze ans plus tard (1866), se sont bornés à cet égard à reproduire l'écrit antérieur.

» Pour la priorité de cette conception physiologique, Brown-Séquard me met en compétition avec Helmholtz et uniquement avec lui, en m'attribuant l'avantage. Il y a là deux erreurs. Helmholtz n'a jamais élevé aucune prétention à la découverte théorique dont il s'agit; au contraire, il en a rapporté toute la gloire à un autre, et cet autre, ce n'était pas moi. Les déclarations de l'illustre physicien physiologiste à ce sujet méritent d'être reproduites textuellement. Il s'exprimait comme il suit dans une conférence sur *Les progrès présents dans la théorie de la vision*, publiée en français dans la *Revue des cours scientifiques* du 24 avril 1869.

» La théorie des couleurs, disait-il, avec toutes les circonstances si curieuses et si compliquées que je viens de déduire était un morceau qui avait résisté, non seulement à Goethe, mais encore aux physiciens et aux physiologistes. Je m'étais également consumé en efforts superflus, lorsque je découvris enfin qu'une solution d'une simplicité surprenante avait déjà été trouvée au commencement de ce siècle. Elle est de ce même Thomas Young qui fit le premier pas dans la lecture des hiéroglyphes égyptiens. C'était un des génies les plus profonds qui aient jamais existé; mais il eut le malheur d'être trop avancé pour son siècle. »

» Loin de vouloir dépouiller Thomas Young, je viens revendiquer en sa faveur. Cependant, le soin de rendre justice à chacun ne doit pas aller jusqu'à me faire oublier ce qui m'est dû, alors surtout que cet oubli pourrait être non moins dommageable à la Science qu'au savant.

» Le Mémoire où Thomas Young avait consigné sa théorie était universellement inconnu quand Helmholtz en fit la découverte fortuite. J'ignore la date de cet événement, mais il ne fut révélé au public que par la *Physiologische Optik*, dont la publication, par fragments espacés, prit une période de dix ans, de 1856 à 1866, et qui ne fut traduite en français qu'en 1867. Jusque-là, pas un seul des plus grands spécialistes de l'époque, ni Chevreul, ni Plateau, ni Jean Müller, ni aucun autre, n'avait fait allusion à la théorie du penseur anglais, pas même dans son propre pays : les *Prin-*

ciples of human Physiology de Carpenter sont entièrement muets à cet égard jusque dans l'édition de 1869, que j'ai sous les yeux.

» Je partageais l'ignorance générale et, moins que personne, j'étais en situation de faire la trouvaille de Helmholtz. D'ailleurs, à la simple lecture de l'*Électro-dynamisme vital,* il est aisé de voir que l'auteur, alors très jeune et ayant travaillé jusque-là dans une direction tout autre, ne possédait, en fait d'optique et de physiologie de la vision, que les éléments de la Science; les dernières acquisitions lui en étaient inconnues. Mais, ce qui établit surtout qu'il ne s'est pas inspiré de l'œuvre de son devancier, Thomas Young, c'est que, tandis que celui-ci a envisagé le problème de la formation des couleurs isolément et directement, dans le pur intérêt optique, l'auteur de l'*Électro-dynamisme vital* n'a été amené à considérer ce sujet spécial que secondairement, c'est-à-dire comme faisant partie d'un domaine d'idées beaucoup plus vastes dont il s'était proposé l'étude systématique : la philosophie de la Fonction et de l'Organe envisagés dans leur plus grande généralité.

» Si j'ai mérité les éloges et la récompense de l'Académie pour la théorie trichromique du nerf optique, dans laquelle je me suis rencontré avec Thomas Young, et dont Helmholtz a parlé avec tant d'admiration, la conception supérieure et synthétique dont cette vue restreinte n'est qu'une application spéciale, un cas particulier en quelque sorte, me paraît avoir encore plus de titres à sa haute approbation. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'influence de la lécithine sur la croissance et la multiplication des organismes.* Note de M. **B. Danilewsky**, présentée par M. A. Chauveau.

» ... Il est certain que les processus compliqués de division des éléments cellulaires, leur développement, leurs métamorphoses, leurs différenciations sont intimement liés à des transformations chimiques qui se produisent dans la substance du nucléus et dans le protoplasma de la cellule. On ne pourrait se figurer ces processus morphologiques sans transformations chimiques simultanées des substances cellulaires. Au contraire, nos connaissances actuelles nous permettent plutôt de supposer que la métamorphose chimique forme génétiquement la partie la plus importante des fonctions morphologiques de la cellule, des processus physico-physiologiques moléculaires.

» Nous ignorons presque les phénomènes chimiques qui forment la base des processus bioplastiques. Peut-être existe-t-il un ferment spécifique dans les cellules qui croissent et qui se multiplient, une *bioplastine* ou *biosynthétine* quelconque, encore à découvrir. Dans tous les cas, nous devons attribuer une influence impulsive directe ou indirecte sur le cours des processus morphologiques aux substances qui sont déjà devenues partie intégrante du bioplasma, étant totalement assimilées par ce dernier du milieu extérieur, ou bien à celles qui se sont formées dans la substance cellulaire, grâce aux propres processus chimiques du bioplasma vivant. Si l'on attribuait directement cette influence stimulante aux substances provenant du milieu extérieur, on devrait pouvoir varier sur une grande échelle la marche de la croissance et de la multiplication des organismes, en leur servant ces substances en plus ou moins grande quantité. En réalité, cette action stimulante ou organoplastique des substances protéiques de la nourriture est fort limitée. Plus probable paraît l'hypothèse qui attribue une telle force bioplastique aux substances organiques qui ne viennent pas du dehors comme telles, mais qui naissent dans le bioplasma même grâce à ses *forces chimiques* propres.

» ... Les *substances phosphorées organiques* présentent, sous ce rapport, le plus grand intérêt, et surtout celles qui sont les plus importantes parties intégrantes du nucléus (nucléo-albumine, nucléine, nucléo-stromine, lécithalbumine, etc.) On peut supposer *a priori* que la quantité de ces substances dans la cellule est une condition très importante pour l'énergie de la croissance et de la multiplication.

» Parmi ces substances composées, j'ai porté mon attention tout d'abord sur la *lécithine,* avec laquelle j'ai produit plusieurs observations diverses.

» Les expériences de MM. Selensky, faites avec ma collaboration il y a de cela cinq ans, vérifiées de nouveau cette année par mon aide-préparateur, M. Sostin, ont établi que l'injection sous-cutanée de la lécithine aux chiens augmente considérablement le nombre des globules rouges du sang : il s'élève à 800000-1000000 et davantage au-dessus de la normale, ainsi que l'hémoglobine. Cette *amélioration* dans la composition du sang arrive assez rapidement, quelques jours après l'injection, et dure fort longtemps.

» Je continuai mes expériences sur la lécithine, en me basant sur la proposition suivante : *l'amélioration du sang*, c'est-à-dire *du milieu intérieur nutritif et respiratoire*, est la condition la plus importante pour stimuler la croissance du corps, à savoir la multiplication de ses éléments morphologiques et leur développement.

» Mes premières observations, faites dans cette direction, ont été exécutées sur les œufs et larves des grenouilles.

» D'abord, j'introduisis (28 avril 1895) une petite quantité de cette substance dans de l'eau (moins de 1 : 15000) où se trouvait du frai de grenouille (vase n° 1). Dans le but de contrôler l'expérience, une partie de ces œufs fut transportée *cœteris paribus* dans de l'eau toute pareille, mais sans mélange de lécithine (vase n° 2, de contrôle). Au mois de mai, on pouvait remarquer que les têtards du vase n° 1 s'étaient un peu moins développés que ceux du vase n° 2. Il semblait que la lécithine ou ses dérivés (probablement l'acide glycérino-phosphorique) eût retardé au commencement la croissance et le développement des têtards.

» Mais, au mois de juin, on pouvait déjà clairement remarquer que les embryons du vase n° 1 (*lécithiniques*) croissaient plus rapidement que les autres; ils étaient déjà beaucoup plus gros que leurs congénères du contrôle et aussi moins pigmentés. Pour me donner plus de certitude, vers la fin de mai je séparai, dans un grand verre (vase n° 3), environ quinze exemplaires du vase n° 2 du contrôle, et j'ajoutai à leur eau de la lécithine, mais en plus grande quantité que dans le vase n° 1. Aux mois de juillet et d'août, les embryons de cette dernière série (vase n° 3) surpassaient de beaucoup par leurs dimensions ceux du vase n° 2 du contrôle, c'est-à-dire les têtards restés dans des conditions normales de milieu.

» Au 5 août, les observations étaient terminées.

» Voici quelques résultats numériques de pesage et de mesurage des larves normales (du contrôle) et de celles qui se sont développées dans l'eau *lécithinique*. Le poids du corps entier des têtards est exprimé en grammes, la longueur en millimètres :

	Normaux.			Lécithiniques.		
		gr	mm		gr	mm
12 juin 1895	1.	0,026	10,8	3.	0,075	18,0
	2.	0,036	11,7			
21 juin	4.	0,038	12,3	5.	0,080	18,0
18 juillet	6.	0,052	13,1	7.	0,180	21,9
				8.	0,205	20,1
5 août	9.	0,090	14,9	10.	0,350	26,5
				11.	0,307	27,0

» Ainsi il est certain que *sous l'influence de la lécithine la croissance des têtards a gagné extrêmement en rapidité*. L'augmentation de la longueur du corps atteint jusqu'à 67-81 pour 100, celle du poids jusqu'à presque 300 pour 100! Il faut encore noter que tous les têtards *lécithiniques* étaient beaucoup moins pigmentés que les larves de contrôle.

» Cette influence stimulante d'une intensité inattendue surpasse beaucoup l'influence de la nourriture riche en albumines qui favorise aussi la croissance des têtards.

» Si nous pensons à la minime quantité de lécithine contenue dans le milieu aqueux dans nos observations, on ne peut pas croire qu'elle agisse seulement comme une substance nutritive proprement dite. La lécithine elle-même n'est pas une substance organoplastique. Il est certain qu'elle augmente l'assimilation de la nourriture, comme le démontrent les expériences produites sur des chiens dans le laboratoire de Chimie médicale de mon frère, le professeur Alexandre Danilewsky (à Saint-Pétersbourg).

» Outre cela, je crois fort probable que l'on doit attribuer à la lécithine ou à son dérivé, peut-être plus compliqué qu'elle-même, une *influence stimulante directe d'une grande importance sur les processus de multiplication des éléments cellulaires, c'est-à-dire sur l'agrandissement du nucléus et de là sur sa métamorphose de multiplication.*

» Les mêmes considérations m'ont donné l'idée d'étendre mes observations à d'autres organismes, à partir des microbes jusqu'aux mammifères et aussi sur le règne végétal.

» Les résultats des séries variées que j'ai déjà obtenus coïncident bien et s'accordent, en général, avec ceux dont je viens de parler.

» Par exemple, sous l'influence de la lécithine, la racine du cresson (dans l'eau) s'allonge jusqu'à 50-100 pour 100 et plus encore, en comparaison avec une plante de contrôle; en même temps elle est couverte de poils en beaucoup plus grande quantité que la racine *normale*. »

ZOOLOGIE. — *Étude comparative de la masse buccale chez les Gastéropodes et particulièrement chez les Prosobranches diotocardes.* Note de M. **Alexandre Amaudrut**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans la Patelle vulgaire, il existe quatre paires de cartilages : les cartilages antérieurs, postérieurs et latéraux déjà décrits par Geddes et Gibson, auxquels il faut ajouter une paire de cartilages latéraux inférieurs, situés sous les latéraux supérieurs et complètement indépendants de ceux-ci.

» Les cartilages antérieurs sont réunis entre eux inférieurement par une bande de fibres transverses. Les latéraux supérieurs sont réunis aux précédents par un muscle allant du bord supérieur d'un cartilage à l'autre, et entre eux par une couche musculaire passant sous les cartilages antérieurs et se confondant sur la ligne médiane avec les muscles unissant les deux cartilages antérieurs. Les latéraux inférieurs sont également réunis par une couche musculaire transverse, passant sous la précédente et complètement

indépendante de celle-ci, de telle sorte que la face inférieure du bulbe présente deux plans bien distincts de fibres transverses.

» Les cartilages postérieurs ne sont pas réunis entre eux; mais ils sont rattachés, par des bandes musculaires longitudinales, aux latéraux inférieurs et supérieurs. Ces bandes musculaires passent sous le deuxième plan de fibres transverses.

» Dans le genre Nérite (*N. plexa, N. tessellata*), on retrouve les quatre paires de cartilages et les mêmes muscles, mais avec la différence suivante; la partie antérieure du cartilage latéral supérieur est soudée à la partie antéro-externe du cartilage antérieur, et la partie postérieure libre de ce cartilage latéral supérieur est venue se placer sur le cartilage antérieur.

» Dans la partie antérieure soudée des cartilages antérieurs et latéraux supérieurs, les muscles transverses supérieurs et inférieurs ont disparu.

» Dans les genres Navicelle, Fissurelle et Parmophore, la fusion du cartilage latéral supérieur avec le cartilage antérieur est plus complète, et des coupes sont nécessaires pour établir la dualité. Le cartilage latéral supérieur est représenté par une forte saillie antérieure et un bourrelet blanchâtre sur la face supérieure du cartilage antérieur. Le cartilage latéral inférieur est venu se souder à la face latérale du cartilage antérieur. La soudure de ces trois paires de cartilages a eu pour conséquences : 1° la disparition du plan de muscles transverses inférieurs, 2° le passage, sur la face supérieure, du muscle qui réunissait les cartilages postérieurs aux latéraux supérieurs et 3° un raccourcissement du muscle allant du cartilage postérieur à la saillie du cartilage antérieur qui représente le cartilage latéral inférieur.

» Chez les Turbots, Troques et Haliotides, les cartilages postérieurs seuls sont distincts des cartilages antérieurs qui représentent les trois paires soudées. Mais l'insertion des muscles et leur distribution à la membrane élastique laissent reconnaître, dans ce cartilage composé, les régions correspondant à chaque cartilage.

» Chez les Gastéropodes plus élevés en organisation, les cartilages antérieurs sont soudés aux postérieurs, et les muscles qui réunissaient inférieurement les cartilages se sont atrophiés.

» En laissant de côté les muscles disparus par suite de la fusion des cartilages, on trouve dans une Patelle les mêmes muscles intrinsèques que dans un Buccin ou un Hélix.

» Cette soudure des cartilages a donc entraîné une simplification de l'appareil cartilagineux et musculaire; les cartilages ont été rejetés en

arrière, de même que l'insertion des muscles tenseurs de la membrane élastique et, à la suite de ces déplacements, la pointe linguale a pu acquérir une liberté plus grande. »

ZOOLOGIE. — *Céphalopodes recueillis dans l'estomac d'un Cachalot, capturé aux îles Açores.* Note de M. **L. Joubin**, présentée par S. A. S. le Prince de Monaco.

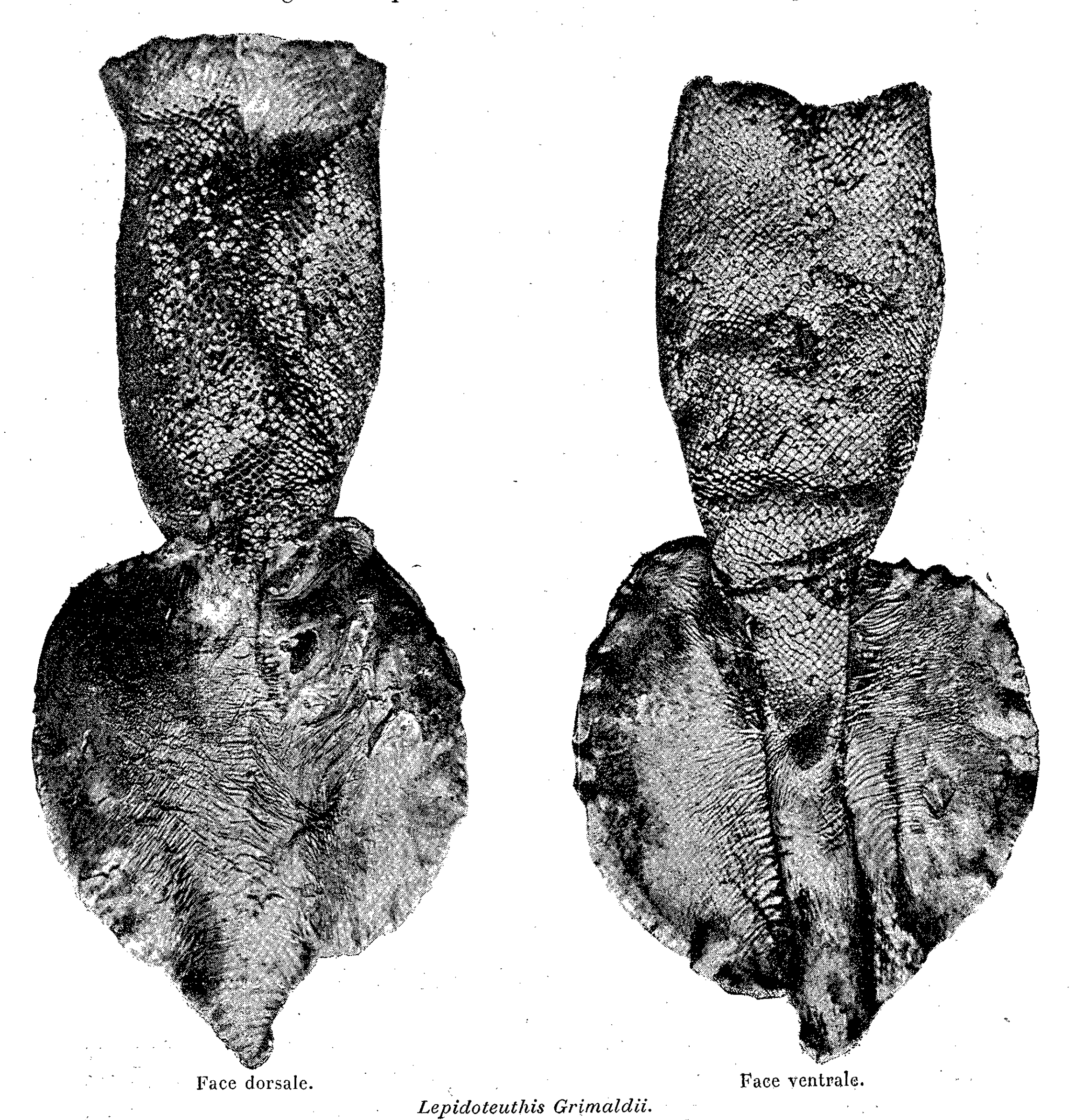
« Pendant la campagne scientifique que S. A. le Prince de Monaco effectua durant l'été de 1895 dans les eaux des Açores, un Cachalot (*Physeter macrocephalus* Lacépède) fut capturé. Ce Cétacé mesurait $13^{m},70$ de long. Au moment de mourir, l'animal rejeta plusieurs grands Céphalopodes qu'il venait seulement d'avaler, comme le prouve leur parfait état de conservation. Parmi eux on remarque trois grands exemplaires, longs de plus de 1^{m}, d'une espèce probablement nouvelle, du genre *Histioteuthis*, aussi peu connu qu'intéressant au point de vue morphologique. On recueillit, en outre, les corps de deux grands Céphalopodes dont il sera question plus loin.

» Lorsque, un peu plus tard, on ouvrit l'estomac du Cachalot, on le trouva rempli d'une quantité de débris d'autres Céphalopodes à demi digérés. Plusieurs d'entre eux sont en trop mauvais état pour être utilisés. Tous sont de très grande taille, et je n'estime pas à moins d'une centaine de kilogrammes le poids de tous ces Céphalopodes vivants.

» On peut signaler, parmi ces débris, une énorme couronne tentaculaire d'un Céphalopode dont le corps n'a pu être retrouvé, appartenant vraisemblablement au genre *Cucioteuthis*, connu seulement par quelques fragments. Les bras musculeux qui la composent, et dont chacun, bien que conservé, est presque aussi gros que celui d'un homme, étaient couverts de grandes ventouses armées d'une griffe acérée aussi puissante que celles des grands carnassiers. Il reste près d'une centaine de ces ventouses encore adhérentes au bras.

» Les corps des deux grands Céphalopodes constituent une des nouveautés les plus intéressantes de la campagne scientifique de S. A. le Prince de Monaco. Leur structure et leur aspect les éloigne tellement de tout ce qui est connu chez ces animaux, qu'il est impossible de les faire rentrer dans aucune espèce, genre ou famille de cet ordre. Je propose pour eux le nom de *Lepidoteuthis Grimaldii*, en espérant que la découverte d'exem-

plaires complets permettra de déterminer leurs affinités. L'un de ces animaux, à demi digéré, ne peut servir à l'étude ; l'autre, dépourvu de tête,



Face dorsale. Face ventrale.

Lepidoteuthis Grimaldii.

est beaucoup mieux conservé dans le reste du corps. C'est une femelle, dont le sac viscéral, après un séjour prolongé dans le formol et l'alcool, mesure encore 90^{cm} de long ; on peut, d'après cette dimension, penser que

l'animal complet devait dépasser 2^m. Les figures ci-contre des faces ventrale et dorsale montrent que le corps a la forme d'un cornet, et porte une volumineuse nageoire ronde. La surface du sac est recouverte de grosses écailles rhomboïdales, saillantes, imbriquées, solides, et disposées en files spirales montant depuis la pointe jusqu'au bord palléal. Cela figure assez bien une gigantesque pomme de pin. La nageoire est très puissante; elle occupe près de la moitié de la longueur du corps; elle est dépourvue d'écailles. J'ai pu dégager de la paroi dorsale une longue plume cannelée dont les deux bords, libres en haut, sont soudés dans le quart inférieur en un cône aigu.

» Les écailles, dont le nombre dépasse plusieurs milliers, constituent au *Lepidoteuthis Grimaldii* une véritable cuirasse qui donne à l'animal un aspect étrange, rappelant certains poissons Ganoïdes, ou la carapace de divers fossiles. Aucun autre Céphalopode ne présente une semblable disposition tégumentaire. Chacune de ces écailles rhomboédriques repose sur un amas circulaire de petits chromatophores ; la surface carrée supérieure est creusée d'une cupule de 3^{mm} à 5^{mm} de diamètre, renfermant des chromatophores, et recouverte d'une membrane ronde, convexe, probablement translucide sur le vivant, enchâssée comme un verre de montre entouré d'une rainure circulaire, dans le cartilage de l'écaille. Sur des coupes, on voit que ces écailles surmontent le plan musculaire dermique, et qu'elles consistent en un tissu transparent, spongieux, contenant un très grand nombre de fibres élastiques et des faisceaux musculaires ; parmi ces derniers, on en remarque de circulaires faisant le tour de l'écaille et servant probablement à augmenter sa saillie.

» L'estomac du Cachalot contenait encore un autre Céphalopode de grande taille, pourvu d'une très grande nageoire, dont la peau renfermait quelques organes photogènes épars. La tête manque là aussi, ce qui empêche d'affirmer la nouveauté de l'espèce, que laisse prévoir la forme du corps.

» Enfin, un grand nombre de gros becs et de plumes étaient encore contenus dans l'estomac du Cachalot.

» On peut remarquer que tous ces Céphalopodes sont conformés pour la vie pélagique; ce sont de grands nageurs, mais ils n'ont pas encore été rencontrés à la surface de la mer ; ils se rattachent à cette faune pélagique profonde qui est encore à peu près inconnue et sur laquelle, en ce qui concerne les Céphalopodes, la capture faite par S. A. le Prince de Monaco jette un jour tout nouveau. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Des effets de la révolution synodique de la Lune sur la distribution des pressions dans la saison d'automne* (¹). Note de M. A. **Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Les trois mois lunaires étudiés ici vont du 1er au 30 septembre, du 1er au 30 octobre et du 31 octobre au 28 novembre 1883.

» Leurs moyennes générales sont respectivement 60mm,17, 61mm,65 et 61mm,75.

» Abstraction faite des petites oscillations secondaires dues au mouvement du Soleil en déclinaison, les moyennes de chaque jour sur l'ensemble de la zone ne s'écartent toujours pas de ces moyennes normales de plus de 0mm,6 à 0mm,8. Les maxima attribuables à la révolution synodique restent, suivant l'époque de la nouvelle Lune, aux jours 0 ou 1, 9 ou 10, 15 ou 16, 19 ou 20, 25 ou 26; les minima aux jours 5 ou 6, 11 ou 12, 17, 22, 29 (résultats en accord avec ceux de M. Bouquet de la Grye).

» Les trois courbes des moyennes mensuelles par secteur (action solaire) sont naturellement des courbes de transition. Celle de septembre ne diffère guère du type d'été que par le commencement brusque du relèvement du maxima de 5h30m du soir. Celles d'octobre et novembre remontent notablement entre les secteurs 1 et 25; la dernière se rapproche encore un peu plus que la seconde du type d'hiver.

» Voici, en comparaison, les points principaux de la courbe d'octobre et de celles des jours 29 de la lunaison de septembre, 1, 9, 16 et 23 de la lunaison d'octobre, soit, en quantièmes, des 30 septembre, 1, 9, 16 et 23 octobre (²).

(¹) Voir *Comptes rendus* des 24 juin, 30 septembre et 11 novembre 1895. Est continuée dans le même sens, sur les Cartes du *Signal Office*, l'étude de l'année météorologique 1883. Les cotes barométriques représentent la pression moyenne à midi 13m Paris sur la portion, comprise entre les parallèles 10° et 30° nord, des secteurs de 10° comptés de l'ouest à l'est à partir du méridien de Greenwich. Elles sont en millimètres, chiffre 7 supprimé.

(²) *Abréviations*. — Sct, secteur; Lg, longitude est du milieu des secteurs désignés; Cotes, cotes barométriques; S et L, Soleil et Lune en déclinaison boréale; S' et L', en déclinaison australe; dS ou dL, déclinaison; p ou p', méridien du passage de L ou L' au moment des observations; a, passage de l'antipode de L'; Ssgz, aSsgz, Lsgz, aLsgz, Sqdr, aSqdr, Lqdr, aLqdr (ou S' ou L'), position du Soleil, de la Lune, ou de leurs antipodes au moment des syzygies ou des quadratures.

MO	Sct... 1	4	6	8 et 9	12	15	22	25 et 26	27			32 à 34	36
	Lg.... nidéro	$2^h 20^m$	$3^h 40^m$	$5^h 20^m$	$7^h 40^m$	$9^h 40^m$ s.	$2^h 20^m$ m.	$4^h 40^m$	$5^h 40^m$			$9^h 40^m$	$11^h 40$
	Cotes. 61,7	60,3	60,6	59,0	62,0	61,2	64,3	60,3	61,2			63,5	$61,9^m$
[1])	Sct... 1	à	7 8	10	à		26	27 à 29				32 à 34	36
	Cotes.	59,5	56,9		59,5			61,8				64,3	58,2
[1])	Sct... 1	à	7 8 et 9	13	14 et 15	19 à 23	26	29	30			33 et 34	36
	Cotes.	59,5	56,9	60,7	59,5	64,3	58,2	62,0	59,7			65,8	61,8
[1])	Sct... 1	4 à 6	8 et 9	12 et 13	15 à 17 18	22	25 et 26	28 et 29	30			32 à 34	36
	Cotes. 63,3	59,5	56,9	62,0	59,5 58,2	70,7	60,7	63,3	55,9			64,3	61,8
[1])	Sct... 36 et 1	3	6 8	12	16 à 18	20 et 21	25	29	30	31		à 35	
	Cotes. 63,0	60,7	63,0 59,2	63,0	59,5	63,3	58,2	64,3	61,8			64,3	
[1])	Sct... 1 2	à 5	6	8 à 10 12	15 et 16	19 à 22	23 à 25	28				32 à 35	36
	Cotes. 61,8	60,7	63,0	60,7 63,0	59,5	62,0	60,7	59,2				64,3	60,7

([1]) Jour 29 : dS — 2°.46; dL — 2°. 9.p' secteur 36-35.a, secteur 18-17,
» 1 : — 3. 9. — 6. 1. » 1-36. » 19-18,
» 9 : — 6.14. —17.22. » 10- 9. » 28-27,
» 16 : — 8.52. +10.32.p, » 19-18.
» 23 : —11.23. +13.38. » 28.

NL jour 1, $6^h.4^m$ m., Szg secteur 10-9.
PQ » 9, 10.25 m., S'qdv sct 3, aSqdv sct 21, L'qdv sct 12, aLqdv sct 30,
PL » 16, 6.55 m., S'szg scc 8, Lszg sct 26,
DQ » 22, 11.23 s., S'qdv sct 20-19, Lqdv sct 11-10.

» Ne pas oublier que ce sont là des moyennes souvent assez éloignées des maxima et des minima réels de la courbe. N'ont pu être indiqués quelques petits ressauts ici sans intérêt.

» Malgré les différences de situation et sauf quelques déplacements tenant aux heures des quadratures et à la manière de compter les jours, on retrouve en les trois mois d'automne, tels qu'ils ont été signalés dans les précédentes Communications et particulièrement dans celle du 11 novembre, les caractères des différents jours, l'amplitude plus grande des écarts pendant la nuit, les effets des passages lunaires successifs, ceux des positions des syzygies et des quadratures. Il est facile de s'en assurer pour ce qui est des cinq jours représentés.

» Vu l'impossibilité d'entrer ici dans cette discussion, arrêtons-nous seulement au PQ du 9 octobre (dS négative et faible, dL négative et forte, q dr assez rapprochée de midi). Baisse sur la ligne des p′ du 6 au 9, approfondissement et élargissement du trou 8-9. Hausse à a.

» La plus grande action est, pour nous, aux antipodes des deux astres en leur situation critique.

» a S q dr est voisin du secteur 22, maximum normal. La cote, qui y était 60,7 le jour 6, est montée à 70,7 le 9 et sera à 71,9 le 10. De là, elle redescendra les jours suivants pour revenir le 16 à 60,7. Les jours 4 et 5, l'extension vers l'équateur de l'amas des hautes pressions, de l'Est Pacifique, avait fermé la route aux mouvements tourbillonnaires qui vont, du voisinage de l'Amérique centrale, alimenter les dépressions apparaissant au sud du Japon. Le 6, abaissement du maximum de nuit; la voie est largement réouverte et la dépression sous le Japon vigoureusement alimentée. Elle va, comme les précédentes, vers la mer de Béring, pendant que, les 7, 8, 9 et 10, l'amas du Pacifique augmente sans interruption et que, le rejoignant, celui d'Asie vient boucler la ceinture. Puis abaissement rapide du maximum et réapparition, le 12, d'une dépression au sud du Japon.

» S'est creusé en trois jours, au-dessus de l'Atlantique, le trou $55^{mm},9$ qu'on voit le 9 au secteur 30, à a L q dr. Partie des mouvements, marchant de l'est vers l'Amérique centrale, en ont profité pour forcer la ceinture et former la dépression, qui est, le 8, sur le même secteur au 30e parallèle. Le trou se comble les 10 et 11; la dépression, mal engagée, se disloque pour aller plus tard, de ses fragments annulaires, renforcer les dépressions septentrionales.

M. J. Triboulet adresse une Note relative à un bolide observé à Mustapha (Algérie), le 14 décembre 1895, à $10^h 15^m$ du soir.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 décembre 1895.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart. Décembre 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Causeries scientifiques, trentième et trente et unième années, par M. Henri de Parville. Paris, Rothschild, 1895; 2 vol. in-12.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Notes de quelques espèces de Cyprinodons de l'Asie Mineure et de la Syrie, par M. Claude Gaillard, chef de laboratoire au Muséum de Lyon. (Extrait des *Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, T. VI). Lyon, H. Georg, 1895; in-f°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Annales de l'Université de Grenoble, publiées par les Facultés de Droit, des Sciences et des Lettres et par l'École de Médecine. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée sous les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Tome LXXXI (1re et 2e Parties). Paris, Imprimerie nationale; 2 vol. gr. in-8°.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. N° 7. Paris, Imprimerie nationale, octobre 1895; 1 vol. in-8°.

Théorie générale des systèmes d'équations différentielles linéaires et homo-

génes, par M. L. Sauvage, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. in-4°.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux. Volume XLVII. Tome VII. Bordeaux, J. Durand, 1894; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts. Année 1894. Châlons-sur-Marne, C. Thouille, 1895; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société ouralienne d'amateurs des Sciences naturelles. Tome XIII. Livre II; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du professeur Dr M. Menzbier. Année 1894. N° 4. Moscou, 1895; 1 vol. in-8°.

Transactions of the clinical Society of London. Vol. XXVIII. London, 1895; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 décembre 1895.

Calcul des Probabilités. Leçons professées pendant le 2e semestre 1893-1894, par M. H. Poincaré, Membre de l'Institut. Paris, Georges Carré, 1896; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. Paris, 1895, 1 vol. gr. in-8°.

L'extinction des torrents en France par le reboisement, par M. P. Demontzey, Administrateur des Forêts, Correspondant de l'Institut. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Dehérain.)

Recueils de Problèmes (Algèbre. Théorie des nombres. Probabilités. Géométrie de situation), par M. C.-A. Laisant, Répétiteur à l'École Polytechnique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Décembre 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 3 décembre 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. 5 décembre 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société belge d'Astronomie. Novembre-décembre 1895. Bruxelles, G. Balat; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. Tome VIII. Fasc. II-III, 1894. Bruxelles, Polleunis et Centerick; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 DÉCEMBRE 1895.

Bibliographie des travaux scientifiques (Sciences mathématiques, physiques et naturelles) publiés par les Sociétés savantes de la France, dressée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, par M. J. DENIKER, Bibliothécaire du Muséum d'Histoire naturelle. Tome Ier. 1re livraison. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Physiologie artistique, par M. PAUL RICHER. Paris, O. Doin, 1895; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Marey.)

Les variations de la mortalité à Paris. Leur cause météorologique, par M. le Dr F. CHIAIS. Paris, 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Tome LXXXII, 1re et 2e Partie. Tome LXXXIII, 1re, 2e et 3e Partie. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 5 vol. in-4°.

L'or. Gites aurifères. Extraction de l'or, etc., par M. H. DE LA COUX. Paris, B. Tignol; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. N° 49. Séance du 10 décembre 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Datos para la historia del Colegio de Mineria recogidos y compilados bajo la forma de efemerides por su antiguo alumno el Ingeniero de Minas SANTIAGO RAMIREZ. Mexico, 1890; 1 vol. in-8°.

Flora Batava afbeelding en beschrijving van Nederlandsche gewassen. Leyde, de Breuk et Smits; 5 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 30 DÉCEMBRE 1895.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Novembre 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 fasc. in-8°.

Faune de France, Coléoptères, par M. A. ACLOQUE. Paris, J.-B. Baillière et fils; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Edm. Perrier.)

Neige et glaciers (4e Article), par M. W. KILIAN, professeur à la Faculté

des Sciences de Grenoble. Grenoble, F. Allier, 1895; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Fouqué.)

Traité d'Hygiène militaire, par M. A. Laveran. Paris, Masson, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Marey.)

Helmholtz et la Physique contemporaine, par M. le professeur Stslitow. Moscou, 1895; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Étude zoologique et anatomique de l'Hemisarcoptes coccisugus, par M. J. Lignières, Répétiteur à l'École vétérinaire d'Alfort (Extrait des *Mémoires de la Société zoologique de France pour l'année* 1893); 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

Rapport sur l'évolution du puceron lanigère, par M. J. Lignières (Extrait du *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*). Paris, Imprimerie nationale, 1895; 1 fasc. gr. in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

Archives des Sciences biologiques publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome IV. N° 2. Saint-Pétersbourg, 1895; 1 vol. in-4°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. 1895; 3 fasc. in-4°.

Die Spectralanalyse, von Dr John Landauer in Braunschweig. Braunschweig, 1896; 1 vol. in-8°.

Atti della reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Serie secunda. Vol. VII. Napoli, 1895; 1 vol. in-4°.

FIN DU TOME CENT VINGT ET UNIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1895.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXI.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
22385 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.